Prof. Theobald Demuth.

Mechanische Technologie
der
Metalle und des Holzes.

WIEN UND LEIPZIG
FRANZ DEUTICKE.

Mechanische Technologie

der

Metalle und des Holzes.

Ein Lehr- und Hilfsbuch

für Studierende sowie zum Selbstunterricht.

Von

Prof. Theobald Demuth,

Ingenieur.

Mit 488 in den Text gedruckten Abbildungen und 9 Tafeln.

Preis geheftet 7 K 70 h, gebunden 8 K 40 h.

Mit Erlaß des hohen k. k. Ministeriums für Kultus und Unterricht vom 16. Oktober 1906, Z. 38876, zum Unterrichtsgebrauche an k. k. Staatsgewerbeschulen zugelassen.

Wien und Leipzig.

FRANZ DEUTICKE.

1907.

Verlags-Nr. 1200.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Abschnitt.

Zweiter Abschnitt.

Fünfter Abschnitt.

Sechster Abschnitt.

Verzeichnis der Abbildungen und Tafeln.

Tafeln.

Literaturverzeichnis.

Hermann Fischer: Handbuch der mechanischen Technologie.
„ „ Bearbeitung der Metalle.
„ „ Bearbeitung der Hölzer, des Hornes.
„ „ Die Werkzeugmaschinen I. u. II. Bd.
Egbert v. Hoyer: Lehrbuch der vergleichenden, mechan. Technologie.
Hoyer-Kraft: Grundriß der mechanischen Technologie.
Friedrich Kick: Vorlesungen über mechanische Technologie.
A. Ledebur: Lehrbuch der mechanisch metallurgischen Technologie.
Josef Pechan: Leitfaden des Maschinenbaues, III. Abt. Werkzeugmaschinen.
Karmarsch und Heeren: Technisches Wörterbuch, III. Aufl.
Otto Lueger: Lexikon der gesamten Technik.
Mitteilungen des technologischen Gewerbemuseums, Wien.
„Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure“, Berlin.
„Praktischer Maschinenkonstrukteur“, W. H. Uhland, Leipzig.
„Stahl und Eisen“, Düsseldorf.
„The Engineer“, London.

Einleitung.

Das Wort Technologie stammt aus dem Griechischen und ist zusammengesetzt aus *techne* = Kunst und *logos* = Lehre. Die mechanische Technologie lehrt die Umgestaltung der Rohstoffe der drei Naturreiche in Gebrauchsgegenstände durch mechanische Arbeit und mit mechanischen Hilfsmitteln. Hiebei wird nur die äußere Form, nicht aber die stoffliche Zusammensetzung der Körper verändert.

Die chemische Technologie behandelt die innere Umwandlung der Materialien und ein besonderer Teil, die „Hüttenkunde", lehrt die Gewinnung der Metalle aus den Erzen.

Die mechanische Technologie umfaßt alle mechanischen Gewerbe und gliedert sich sonach in eine besondere Gewerbskunde für Metallgießer, Schmiede, Schlosser, Dreher, Klempner u. s. w. Um über dieses weite Gebiet menschlicher Tätigkeit schnell einen Überblick zu bekommen und die Erklärung einzelner Arbeiten und die Beschreibung von Werkzeugen, die bei vielen Gewerben in fast gleicher Weise vorkommen, nicht öfter wiederholen zu müssen, gliedert man die Verarbeitung vorteilhaft nicht nach Gewerben, sondern nach den Arbeitseigenschaften der Materialien, und erhält so für den Lehrstoff eine wissenschaftliche Grundlage. Es wird nur der Arbeitsvorgang selbst in seiner inneren Natur und Wesenheit besprochen und die bei den vielen Gewerben verwendeten und in der äußeren Form oft so verschiedenen Werkzeuge und Maschinen in einige wenige Gruppen eingeordnet, die zusammen einen streng gegliederten Aufbau bilden.

Der Begründer dieser Wissenschaft ist Beckmann, der in seinem 1777 erschienenen Lehrbuch die Industriezweige nach ihrer inneren Verwandtschaft ordnete.

Untersucht man die Rohstoffe, durch welche Mittel und auf welche Weise sie verarbeitet werden können, so findet man, daß die Umgestaltung oder Formveränderung entweder durch mechanische Kräfte oder durch Wärme stattfindet und daß hiebei nur drei wesentlich voneinander verschiedene Arten möglich sind, nämlich:

1. Gegenseitiges Verschieben der kleinsten Teilchen eines Körpers.
2. Zerteilen eines Körpers in mehrere Stücke.
3. Zusammensetzen einzelner Stücke zu einem Ganzen.

Es gliedert sich sonach der ganze Lehrstoff in drei große Abschnitte:

1. Die Arbeiten, bei welchen die allgemeine Eigenschaft der Verschiebbarkeit der Teilchen eines Körpers zur Anwendung gelangt: das Gießen, Schmieden, Walzen, Ziehen, Pressen, Prägen u. s. w.

2. Die Arbeiten auf Grund der Teilbarkeit der Körper: das Scheren, Schneiden, Schleifen u. s. w.

3. Die Arbeiten, die auf der Zusammensetzbarkeit der Körper beruhen: das Schweißen, Löten, Leimen, Falzen, Nieten u. s. w.

Der eigentlichen Verarbeitung wurde ein Abschnitt über die Eigenschaften der Materialien und ein zweiter über die passiven Hilfsmittel vorangestellt, am Schlusse noch ein Abschnitt über Verschönerungs- und Konservierungsarbeiten beigefügt.

Im vorliegenden Buche sind nur die zwei wichtigsten Materialien, nämlich Metall und Holz, behandelt, während auf die minder wichtigen Materialien, wie Stein, Elfenbein, Horn u. s. w., keine Rücksicht genommen wurde. Die Besprechung der Verarbeitung von Metall und Holz erfolgt in den einzelnen Kapiteln gemeinschaftlich, so daß die Unterschiede in der Verarbeitung und die verschiedenen Formen der hiezu verwendeten Werkzeuge unmittelbar gegenübergestellt erscheinen, was zum Verständnis des Arbeitsvorganges für den jungen Techniker sehr wichtig ist. Er wird hierdurch zu vergleichenden, kritischen Betrachtungen angeregt und zur eigenen, selbständigen Beurteilung erzogen.

Bei der Umgestaltung eines Werkstückes wird in der Regel ein Hilfsmittel benützt, um die umformende Kraft an einer bestimmten Stelle wirken zu lassen; dieses unmittelbar auf das Werkstück wirkende Hilfsmittel heißt Werkzeug. Manches Werkzeug läßt sich allein nicht gut handhaben; man bedarf zu seiner vorteilhaften Betätigung einer Vorrichtung, eines Gerätes oder Triebzeuges, z. B. der Bohrkurbel zum Drehen des Bohrers. Ist die Vorrichtung so weit ausgebildet, daß sie nur zwangsläufige, eindeutig beschränkte Bewegungen zuläßt, so wird sie zur Werkzeugmaschine. Bei dieser unterscheidet man einen Leerlauf und einen Arbeitsgang. Im Leerlauf verrichtet die Maschine keine Arbeit und die Antriebskraft wird durch die inneren Bewegungswiderstände aufgezehrt, im Arbeitsgang hingegen wird von dem durch die Maschine bewegten Werkzeuge Arbeit ver-

richtet. Unter dem Wirkungsgrad einer Maschine versteht man das Verhältnis der Nutzarbeit, welche die Maschine leistet, zur ganzen, aufgewendeten Arbeit.

Wie der tüchtige Handwerker sein Werkzeug sicher, kräftig und schnell zu handhaben versteht, so muß auch die Werkzeugmaschine genau gearbeitet und kräftig gebaut sein und möglichst schnell laufen, um vorteilhaft zu arbeiten.

Alle Bestrebungen der neuzeitlichen Fabrikation sind darauf gerichtet, nicht nur möglichst vollkommene Erzeugnisse zu liefern, sondern auch möglichst viel zu leisten. Schnellbetrieb ist das Losungswort geworden und die meisten Neuerungen und Verbesserungen gehen darauf hinaus, die Leistungsfähigkeit zu erhöhen und hiedurch die Erzeugungskosten zu vermindern.

Manche Körper lassen sich auf verschiedene Weise herstellen; so eine Schraube durch Gießen, Schmieden, Schneiden und Löten. Man kann also verschiedene Verfahren oder Methoden der Herstellung anwenden. Gewöhnlich besteht das Arbeitsverfahren, der Arbeitsgang oder der Arbeitsprozeß aus mehreren aufeinanderfolgenden Einzelarbeiten, Handhabungen oder Manipulationen.

Indem die Errungenschaften der mechanischen Technologie einen der wichtigsten Grundpfeiler unseres heutigen Kulturlebens bilden, gehört die Kenntnis derselben auch zur allgemeinen Bildung des Menschen. Nach den verwendeten Werkzeugen unterscheidet man in der Kulturgeschichte bekanntlich eine Steinperiode und eine Bronzezeit; unser Zeitalter wird das eiserne genannt. Da heutzutage die Arbeitsleistungen zum großen Teile von mit Elementarkraft bewegten Maschinen verrichtet werden, so heißt es auch Maschinenzeitalter.

Erster Abschnitt.

Die Eigenschaften der Metalle und des Holzes.

Bei den Metallen kommen für die Verarbeitung hauptsächtlich in Betracht:

1. Die Gießbarkeit d. i. die Eigenschaft des Metalles, durch leicht erreichbare Erhitzung derart flüssig zu werden, daß es sich in einen Hohlraum gießen läßt, diesen vollkommen ausfüllt, nach dem Erstarren die Gestalt dieses Hohlraumes ohne bedeutende Veränderung beibehält und einen dichten Abguß liefert, der keine großen Poren oder Blasen besitzt.

2. Die Dehnbarkeit oder Schmiedbarkeit, wodurch die Körperform bei entsprechender Schlag- oder Druckwirkung verändert werden kann, ohne daß Risse entstehen oder Bruch eintritt. Man nennt derartige Metalle auch bildsam oder geschmeidig. Die spröden Körper gestatten eine solche Formveränderung nicht.

3. Die Schweißbarkeit, vermöge welcher zwei Metallstücke bei entsprechender Temperatur, mit metallisch reinen Flächen gegeneinandergepreßt, sich zu einem Stücke vereinigen lassen

4. Die Festigkeit.

5. Die Härte.

Für die Anwendung zu Gebrauchsgegenständen ist hingegen entscheidend:

Die Härtbarkeit, die Beständigkeit gegen Witterungs- oder andere Einflüsse, das spezifische Gewicht, die Leitungsfähigkeit für Wärme und Elektrizität, die Farbe, Politurfähigkeit u. s. w., endlich der Preis.

Die technisch wichtigsten Metalle sind: Eisen, Kupfer, Zink, Zinn, Blei, Aluminium, Nickel, Antimon, die Edelmetalle Gold, Silber und Platin, endlich die Legierungen Messing, Bronze, Neusilber, Deltametall, Britanniametall u. a.

1. Das Eisen.

Unter Eisen versteht man in der technischen Praxis ein Material, das neben dem Element Eisen noch andere Stoffe enthält, die seine Eigenschaften beeinflussen. Man unterscheidet zwei Hauptgattungen; das schmiedbare Eisen (Stahl und Schmiedeeisen) und das Roheisen. Das schmiedbare Eisen läßt sich besonders im glühenden Zustande durch Hammerschläge oder sonstige Druckwirkungen in seiner Form verändern, es ist geschmeidig; dagegen läßt es sich schwer schmelzen. Roheisen hingegen ist spröde, läßt sich also nicht schmieden, aber, indem es schon bei 1200° C schmilzt, leicht in flüssigen Zustand überführen und in Formen gießen. Das abweichende Verhalten beider Materialien beruht hauptsächlich in dem verschiedenen Kohlenstoffgehalt: enthält das Eisen mehr als 2·3% Kohlenstoff, dann ist es in der Regel gießbar und man unterscheidet nach einem älteren Schema:

Roheisen	mit einem	Kohlenstoffgehalt	von	5	bis	2·3%
Stahl	„ „	„	„	2·3	„	0·5%
Schmiedeeisen	„ „	„	„	0·5	„	0·1%

Die Erfindungen von Georg Bessemer im Jahre 1855, von Thomas und Gilchrist im Jahre 1878 und von Siemens und Martin haben in der Eisenindustrie eine große Umwälzung hervorgerufen und man unterscheidet jetzt:

A. Roheisen: weißes — graues

B. Schmiedbares Eisen:
- Schmiedeeisen: Schweißeisen — Flußeisen
- Stahl: Schweißstahl — Flußstahl

A. Roheisen.

Dasselbe wird im Hochofen aus den Eisenerzen gewonnen. Je nachdem man Koks oder Holzkohle als Brennmaterial verwendet, unterscheidet man Koksroheisen und Holzkohlenroheisen. Je nach der Kohlenstoffverbindung hat man:

a) Weißes Roheisen. Dieses enthält den Kohlenstoff chemisch gebunden und die Bruchfläche erscheint weiß; es ist außerordentlich hart und spröde. Im geschmolzenen Zustande ist es dickflüssig, füllt also die Formen nicht gut aus und gibt blasige, löcherige Abgüsse. Es wird zur Herstellung von Schmiedeeisen und Stahl verwendet. Als Gattungen seien erwähnt: Ferromangan mit 30—85% Mangangehalt, säulenförmigen Kristallen in den Hohlräumen; Spiegeleisen mit großblättrigem Gefüge, fächerartigen, dünnen Blättern in den Hohlräumen, 6—20% Mangan enthaltend; strahliges Roheisen mit

weniger als 4% Kohlenstoff und unter 4% Mangan, zeigt strahlenartige Bildungen an der Bruchfläche.

b) Graues Roheisen zeigt an der Bruchfläche so viel Graphit, daß man ihn mit freiem Auge erkennen kann. Die Ausscheidung erfolgt erst nach der Erstarrung; im geschmolzenen Zustande enthält das Eisen den Kohlenstoff gebunden. Die Bruchfläche ist je nach dem Kohlenstoffgehalt körnig: je mehr Kohlenstoff das Eisen enthält, desto grobkörniger ist es. Die Bildung des grauen Roheisens wird durch einen Gehalt an Silizium bewirkt; auch Aluminiumgehalt wirkt graphitbildend, indem es wie Silizium das Sättigungsvermögen des Eisens herabmindert. Es wird beim Schmelzen dünnflüssig, füllt die Formen gut aus und ist das eigentliche Gußeisen.

Halbiertes Roheisen ist sehr feinkörnig und zeigt auf weißem Grunde stellenweise Graphitblättchen; es hat geringen Gehalt an Kohlenstoff und Silizium und ist ein abnormales Hochofenprodukt.

B. Schmiedbares Eisen.

Es wird aus dem Roheisen durch Verminderung des Kohlenstoffgehaltes gewonnen; überdies müssen auch andere, im Roheisen befindliche, dem Schmiedeisen nachteilige Stoffe entfernt werden, und zwar:

Silizium, welches das Eisen faulbrüchig macht; derartiges Eisen hat eine zu geringe Festigkeit.

Phosphor macht das Eisen kaltbrüchig; z. B. phosphorhaltiges Blech, im kalten Zustande gebogen, bekommt Risse.

Schwefel macht das Eisen warmbrüchig; das glühend gemachte Schmiedeisen wird durch Hammerschläge rissig.

Mangan macht das Material hart.

a) Das Schweißeisen wird beim Herdfrischen und Puddeln in der Schweißhitze, bei der das Material infolge der Entkohlung aus dem flüssigen in eine Art von teigigem Zustand übergeht, erzeugt und ist infolge der Herstellungsmethode mehr oder weniger mit Schlacke (3%) gemengt. Es ist sehr gut schmiedbar und schweißbar, aber nicht gießbar und nicht härtbar. Die Bruchfläche ist bei ausgewalztem Material von geringem Kohlenstoffgehalt sehnig, bei mehr Kohlenstoff feinkörnig.

b) Schweißstahl wird wie das Schweißeisen gewonnen, nur hat er mehr Kohlenstoff und ist hiedurch härtbar. Man kann auch weichem Eisen durch Glühen in Kohle $\frac{1}{2}$—1% Kohlenstoff zuführen und dasselbe so in Stahl verwandeln. Das Verfahren heißt man Zementieren, den Stahl Zementstahl. Das Feinkorneisen wird zu dem Zwecke

in Form von flachen Stäben in einen feuerfesten Kasten in das Zementierpulver eingebettet. Letzteres besteht aus Holzkohlengries, gemischt mit tierischer Kohle. Der Kohlenstoff wandert von außen nach innen in das Material; wenn man daher den Prozeß früh unterbricht, so ist nur die Oberfläche in Stahl verwandelt; diesen Vorgang nennt man Einsetzen.

Der Zement-Rohstahl hat eine blasige Oberfläche, weil sich Kohlenstoff mit dem in der Schlacke enthaltenen Sauerstoff zu Kohlenoxyd verbindet, das in dem weichen Stahl unter der Oberfläche Hohlräume bildet. Der Zement-Rohstahl ist ein sehr reines Fabrikat und dient zur Erzeugung von raffiniertem Stahl.

Das Raffinieren erfolgt entweder durch Gerben, d. i. wiederholtes Paketieren, Schweißen, Hämmern und Walzen, oder durch Umschmelzen, Hämmern und Walzen. Dieser teuere Stahl wird nur noch in kleinen Mengen erzeugt und nur für die feinsten Werkzeuge verwendet.

c) Das Flußeisen wird aus dem Roheisen nach dem Verfahren von Bessemer, Thomas und Martin erzeugt; man unterscheidet somit Bessemer-, Thomas- und Martin-Flußeisen. Es wird in gußeiserne Formen zu viereckigen Blöcken (Ingots) gegossen und durch Walzen weiter verfeinert. Gegenüber Schweißeisen besitzt es den Vorteil, daß es keine Schlacke eingeschlossen enthält. Infolge des Gehaltes an Oxyden ist das Flußeisen aber weniger gut schmiedbar und schweißbar.

Das Martin-Flußeisen speziell wird durch Zusammenschmelzen von etwa 15% phosphorfreiem Bessemer-Roheisen, 65% Bessemer-Abfalleisen und 20% Eisenblechabfällen erzeugt und ist außerordentlich weich und zäh und auch besser schweißbar als das Bessemer-Flußeisen.

d) Flußstahl wird wie das Flußeisen gewonnen, nur daß man nach Beendigung des Entkohlungsprozesses eine entsprechende Rückkohlung mittels Spiegeleisen oder Ferromangan vornimmt.

Durch Umschmelzen in Tiegeln wird der Flußstahl sowie der Zementstahl und Schweißstahl veredelt und in Tiegel-Gußstahl verwandelt.

In Amerika verwendet man Nickelstahlschienen mit einem Nickelzusatz von $3^1/_2$ bis 4%; auch für Brückenmaterial und für Röhren erzielt man mit Nickelstahl vorzügliche Resultate; Kanonen und Panzerplatten macht man ebenfalls daraus.

Eine Legierung von 37% Nickel und 63% Eisen, „Invar" genannt, ist nach Anwendung eines besonderen Erhitzungsverfahrens hinsichtlich ihrer Länge innerhalb der gewöhnlichen atmosphärischen

Temperaturen praktisch unveränderlich, also für Normalmaße und Uhrpendel besonders geeignet. Enthält die Legierung 46% Nickel, so heißt sie „Platinit“ und hat denselben Ausdehnungskoeffizienten wie Glas; kann also anstatt Platin bei der Fabrikation von Glühlampen verwendet werden.

In neuerer Zeit gewinnt Vanadiumstahl immer mehr an Wichtigkeit, indem nach den Untersuchungen von Prof. Arnold in Sheffield der Zusatz von einigen zehntel Prozent Vanadium die Elastizitätsgrenze von mildem Stahl um wenigstens 50% hebt, ohne seine Zähigkeit zu vermindern. Die größte Festigkeit, nämlich 200 kg/mm^2, erreichte ein Nickel-Vanadiumstahl bei 0·141% C, 0·512% Mn, 9·36% Ni und 0·29% V.

Zum Verdichten von flüssigem Stahl wird (nach Whitworth in Manchester) die gefüllte Coquille unter eine Presse gefahren und der Stahlblock einem Drucke von 10 bis 30 kg/mm^2 ausgesetzt, bis der Block erstarrt ist. Damit die Gase entweichen können, ist der Mantel der Coquille für die Gase durchlässig.

Anmerkung. Wie die Gesteine aus verschiedenen Mineralien zusammengesetzt sind, z. B. Granit aus Glimmer, Feldspat und Quarz, so besteht auch Stahl (wie jede Legierung) aus einem Gemenge verschiedener Körper, die sich unter dem Mikroskop durch verschiedene Struktur und Farbe von einander unterscheiden lassen.

Man nimmt an, daß im Eisen der Kohlenstoff in vier Formen enthalten ist u. zw. als Graphit, Temperkohle, Karbidkohle von der Formel Fe_3 C und Härtungskohle. Man nimmt ferner an, daß im geschmolzenen und auch im hellglühenden Eisen aller Kohlenstoff gelöst sei. Durch genügend rasche Abkühlung verbleibt der Kohlenstoff in der Form von Härtungskohle im Eisen, während bei langsamer Erkaltung je nach der Kohlenstoffmenge Abscheidungen von Karbid, Temperkohle und Graphit stattfinden. Löst man Eisen in heißer Salzsäure, so bleibt Graphit in Blättchenform, Temperkohle als amorphes Pulver zurück; Karbid- und Härtungskohle entweichen als Kohlenwasserstoff. Hat die lösende, verdünnte Salzsäure die gewöhnliche Temperatur, so bleibt auch Karbid (Fe_3 C) als schwarzer Rückstand ungelöst. Bei vollkommen gehärtetem Stahl entweicht bei Lösung in verdünnter Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur aller Kohlenstoff vollständig.

Das Härten des Stahles.

Der Stahl besitzt eine gewisse Naturhärte, welche teils vom Kohlenstoffgehalt, teils auch von dem Gehalte an anderen Stoffen, wie Mangan, Chrom, Wolfram, Vanadium etc. abhängt. Der für einen bestimmten Zweck zu verwendende Gußstahl muß schon von vornherein einen solchen natürlichen Härtegrad besitzen, wie er der zu leistenden Arbeit entspricht. Man stellt z. B. nach der „Met.-Ind.“ diesbezüglich folgende Reihenfolge auf:

Natürlicher Härtegrad und Zähigkeit	Verwendungszweck
sehr zäh	Schelleisen, Matrizen, Hämmer.
zäh	Kalt- und Warmschröter, Feilenhauermeißel, Münzstempel, Scherenmesser, Patrizen, Setzhämmer, Gesenke, Dorne, große Lochstempel.
zähhart	Handmeißel, Lochstempel, Scheren, große Fräser, Reibahlen, große Gewinde-, Loch- und Spiralbohrer.
mittelhart	Große Drehmeißel, Lochbohrer, Gewinde- und Spiralbohrer, Backen für Schneidkluppen, Reibahlen, Fräser.
hart	Dreh-, Hobel- und Stoßstähle, Lochbohrer, kleine Gewindebohrer und Fräser.
sehr hart	Zur Bearbeitung von Hartguß (der Wolframstahl mit 1—3% Wolfram).

Wenn man den Stahl bis zum Glühen erhitzt und in kaltes Wasser taucht, also rasch abkühlt, so wird er glashart; diese sogenannte Glashärte ist je nach der Stahlsorte verschiedenen Grades; ein kohlenstoffarmer Stahl verlangt die Erhitzung bis zur hellen Rotglut, ein kohlenstoffreicher Stahl nur dunkle Rotglühhitze, um die größte Härte zu erzielen.

Beim Erhitzen muß man sehr vorsichtig sein, sonst „verbrennt" der Stahl. Wenn man nach F. Reiser*) das Ende einer Stahlstange in ein Schmiedefeuer steckt und bis zur Weißglühhitze bringt, so werden die dem Ende naheliegenden Teile der Stange verschiedene Stufen der Glühhitze aufweisen. Hat man die Stange vorher von 2 zu 2 *cm* mit Kerben versehen, so können nach dem Härten leicht an der Kerbstelle Querbrüche bewirkt werden. Am weißglühend gewesenen Ende gewahrt man einen grobkörnigen Bruch und helle, glänzende Flächen — das ist das charakteristische Merkmal des sogenannten verbrannten Stahles. Weiter nach rückwärts findet man die Bruchflächen noch mit einzelnen hellglänzenden Pünktchen besetzt, aber der Bruch ist schon feinkörnig. Hier ist der Stahl auch noch über die richtige Temperatur erhitzt worden, aber nicht gerade verbrannt. Dann wird man eine Stelle finden, wo der Stahl sehr fein-

* Friedolin Reiser, Das Härten des Stahles. Leipzig 1896.

körnig ist und eine matte, richtige Farbe zeigt, wie er für den gehärteten Stahl charakteristisch ist. Noch weiter einwärts gelegene Bruchflächen werden ein etwas gröberes Korn aufweisen, schon ähnlich dem naturharten Stahl. Zeigt dann bei einem nächsten Probestück der Bruch das richtige Korn, so hat man die richtige Glühhitze getroffen. Zum Härten gehört somit Achtsamkeit und Übung, daß die Glühhitze weder zu hoch noch zu niedrig gehalten wird.

Dem Härten folgt meist das Anlassen oder Nachlassen, womit man die Härte des Stahles etwas vermindert. Der glasharte Stahl wird hiebei wieder bis auf 225—300° C erwärmt und nochmals rasch abgekühlt. Beim Erwärmen bildet sich auf der blanken Oberfläche eine Oxydschicht, die mit zunehmender Temperatur ihre Farbe ändert, und zwar von blaßgelb übergehend in orange, rot, violett und blau; in derselben Reihenfolge nimmt auch die Härte und Sprödigkeit ab. Werkzeuge für Metallbearbeitung macht man gelbhart, für Messing rothart und für Holz blauhart. Werkzeuge wie Drehstähle und Meißel werden nur an der Schneide gehärtet; man macht sie also nur an der Schneide glühend, kühlt sie nur an diesem Ende durch kurzes Eintauchen ins Wasser ab und die Wärme, die noch in dem übrigen Stahlstück vorhanden ist, erwärmt das gehärtete Ende wieder, und wenn sich auf der blankgeschliffenen Schneide die richtige Anlauffarbe zeigt, dann wird das ganze Werkzeug ins Wasser untergetaucht.

Beim Härten wächst der Stahl um etwa 3% seines Volumens; die Abkühlung muß daher gleichmäßig erfolgen, sonst verzieht sich das Stahlstück oder bekommt Risse. Man muß also z. B. Messerklingen mit dem stärkeren Rücken zuerst eintauchen, oder die dünneren Teile eines zu härtenden Stahlstückes mit einem Lehmüberzug vor zu plötzlicher Abkühlung schützen. Heikle Stücke taucht man auch anstatt ins Wasser in Öl, um sie langsamer abzukühlen und so Härterisse zu vermeiden. Die Feilen werden, um den Feilhieb gegen Oxydation zu schützen, beim Glühendmachen in Klauenpulver eingehüllt.

Das Härten der Fräser erfolgt in den meisten Fällen so, daß kein Anlassen nachzufolgen braucht. Die zu härtenden Fräser werden mit Schmierseife überzogen und auf die Härtungstemperatur von 700—800° C gebracht, indem man sie in hellrotglühende Chamottemuffeln oder, in Kasten mit tierischer Kohle verpackt, in einem Koksofen zum Glühen bringt oder endlich in ein zur Kirschrotglut überhitztes Bleibad.

Ein Härteofen ist in Fig. 1 dargestellt. Die zu härtenden Stücke *w* werden in eine hellglühende Chamottemuffel *m* auf Unterlagen so

eingelegt, daß sie sich gleichmäßig erwärmen, und die Muffel wird dann mit einer Tür *t* geschlossen. Unterhalb der Muffel ist auf dem Rost *r* ein Steinkohlen- oder Koksfeuer, die Flamme umspült die ganze Muffel und die Rauchgase ziehen durch die Kanäle *c*, die sich mit Schiebern *s* beliebig verengen lassen, ferner durch das Rauchrohr *o* zum Schornstein.

Sobald hierin die Fräser die richtige Temperatur erlangt haben, werden sie in die Härtungsflüssigkeit schnell eingetaucht und darin hin und her bewegt.

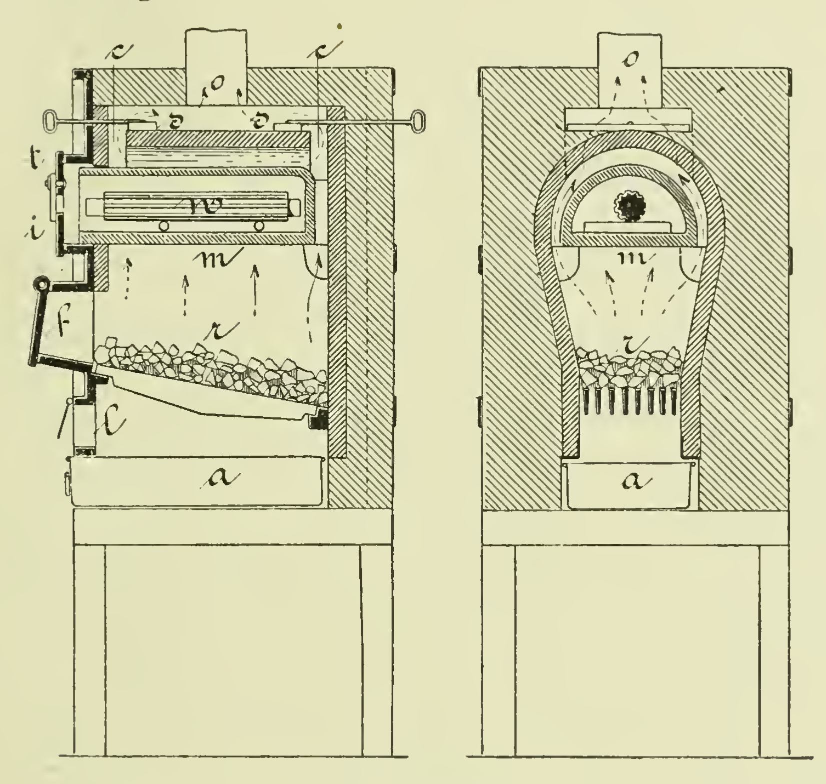


Fig. 1. Härteofen.

Man faßt hiebei den Fräser mit einer Spreizzange, die man in die Bohrung desselben einschiebt, und taucht ihn in wagrechter Lage in das Härtebad. Dünne Scheibenfräser muß man aber von der Seite eintauchen, da sie sich sonst tellerartig werfen. Nach dem Härten werden sie in angesäuertem Wasser abgebeizt, gebürstet, in ein Ölbad gelegt und schließlich abgerieben.

Als Härteflüssigkeit verwendet man Öl oder Wasser.

Das Öl soll rohes Leinöl sein, das man in einem Zinkbehälter vorrätig hält; unten läßt man eine gewisse Menge Wasser stehen, in das man die genügend abgelöschten Werkzeuge zum Nachkühlen einhängt. Die Öltemperatur betrage etwa 20° C.

Als Härtewasser dient reines Regenwasser, das manche etwas mit Schwefelsäure ansäuern. Nach der Anweisung von Stier in Barmen soll man Schlämmkreide, Schmierseife, Flockengraphit u. s. w. bei-

mischen, um Härterisse zu vermeiden. Die Temperatur betrage etwa 25° C.

Sollten die Fräser nachher angelassen werden, so erwärmt man sie in einem Sandbade oder auf einem Eisenbleche, das auf ein Holzkohlenfeuer aufgelegt wird; auch Metall-Legierungen mit bekannter Schmelztemperatur, in welche man die Fräser eintaucht, kann man zum Anlassen benützen. An den Anlauffarben erkennt man, wann die gewünschte Temperatur erreicht ist; dann werden die Fräser in ein Ölbad eingetaucht und erkalten gelassen. Zuweilen taucht man Werkzeuge, die ganz gehärtet werden müssen, nach dem Glühendmachen in eine geschmolzene Zinn-Bleilegierung; der Stahl wird also nur bis zur Temperatur der Legierung abgekühlt und bekommt annähernd jene Härte, die dem Glashartmachen und nachfolgenden Anlassen bis zur Temperatur der Legierung entspricht.

Zum Härten von Drehstählen, Bohrern u. dgl. kann man sich auch des elektrischen Stromes bedienen, indem man das Werkzeug in einen metallischen Halter einspannt und mit einem Kabel mit der negativen Leitung einer Dynamomaschine verbindet, während die positive Leitung an einen eisernen Trog angeschlossen ist, in welcher sich eine starke Lauge von Pottasche befindet. Wird nun das Werkzeug langsam mit der Spitze in die Flüssigkeit eingetaucht, so wird es am untergetauchten Teile sofort glühend, indem sich das Wasser zerlegt und sich um das Werkzeug eine Schicht von Wasserstoff bildet, die dem elektrischen Strome einen großen Widerstand entgegensetzt. Ist das Werkzeug genügend heiß geworden, so schaltet man den Strom aus; die alkalische Lösung dient nun gleich als Härteflüssigkeit.

Nach dem Verfahren von Clémandot wird der Stahl gehärtet, indem man ihn bis zur Kirschrotglut erhitzt und dann in einer hydraulischen Presse einem Drucke von 1000 bis 3000 Atm. aussetzt und zwischen den Preßplatten erkalten läßt. Das Stahlstück hat dann die Eigenschaften von gehärtetem Stahl, aber infolge der anhaltend wirkenden Kompression eine größere Festigkeit und Elastizität.

Das **Einsetzen** dient dazu, um aus Schmiedeisen hergestellte Gegenstände, z. B. Schraubenmuttern, Steuerungsnocken, etc. oberflächlich in Stahl zu verwandeln, damit sie äußerlich hart und widerstandsfähiger sind und eine feine Politur annehmen. Die Stücke kommen zu dem Behufe in runde Büchsen oder vierkantige Kasten aus Eisenblech (Trittblech), werden mit Holzkohlenpulver, gepulverter tierischer Kohle aus Leder, Horn u. dgl. und linsengroßen Spodiumkörnern umgeben. Nachdem die so gefüllten Kasten mit Deckeln ge-

schlossen wurden, setzt man sie in Öfen ein, die mit Kohle oder Gas geheizt werden, und glüht sie durch mehrere Stunden in der Rotglut. Hierauf nimmt man die Deckel ab und schüttet den Inhalt in eine Wassertonne, um die Härtung zu bewirken.

Auf der Pariser Weltausstellung 1900 wurde von Taylor und White eine neue Art von Werkzeugstahl, der Rapidstahl oder Schnellstahl, in seiner Anwendung vorgeführt, indem er als Drehstahl mit einer derartig großen Geschwindigkeit arbeitete, daß ihn die Reibungswärme bis zur beginnenden Rotglut erhitzte, ohne daß er hiebei seine Schärfe verlor. Dieser Stahl enthielt 1% Kohlenstoff, 0·2% Silizium, 0·17% Mangan, 3% Chrom und 9% Wolfram.

Das Härten erfolgt in der Weise, daß man diesen Stahl bis zur Weißglut erhitzt und dann durch Daraufblasen eines kalten Luftstromes langsam abkühlt. Man nennt daher den harten Rapidstahl „überhitzt". Die Schnelligkeit der Abkühlung erscheint unwesentlich; wenn man also unter Härten ein „Abschrecken" verstehen wollte, so wäre die Bezeichnung in dem Falle unrichtig. Nach den Untersuchungen von Otto A. Böhler in Kapfenberg wird durch die hohe Erhitzung bei solchen Stählen, die so viel Chrom und Wolfram enthalten, wie oben angegeben ist, die Kohle im Stahl in Härtungskohle (auch Martensit genannt) verwandelt; sie bleibt auch als Härtungskohle bei der gewöhnlichen Lufttemperatur bestehen, der gehärtete Zustand ist also zu einem stabilen gemacht worden! Diese Härtungskohle hat man sich im Stahl in fester Lösung zu denken. Erhitzt man nur bis 800° C, so bildet sich sogenannter Perlit, d. i. ein meist geschichtetes Gemenge von Ferrit und Zementit (Fe_3C); solcher Stahl ist dann weich. Unter dem Mikroskop unterscheidet man Martensit sehr gut von Perlit durch die verschiedene Struktur.

2. Das Kupfer.

Das Kupfer hat eine rote Farbe, schmilzt bei 1075° C, läßt sich aber nicht gießen; dagegen ist es in ausgezeichnetem Maße bildsam, so daß sich schon frühzeitig ein eigenes Gewerbe, das der Kupferschmiede, entwickelt hat. Da es überdies eine große Festigkeit besitzt und atmosphärischen Einflüssen widersteht, so wird es zu Dampfleitungsrohren, Dacheindeckungen, Färbekesseln, Trockentrommeln u. dgl. benützt. Infolge der guten Leitungsfähigkeit für Elektrizität wird es für die Bewicklung der Dynamos und für die Leitungsdrähte ausschließlich verwendet, und zwar stets das ganz reine, auf elektrischem Wege gewonnene.

Das hauptsächlich aus dem Kupferkies durch Rösten und Reduktion mit Kohle gewonnene Kupfer enthält zuweilen noch Kupferoxydul oder Kohlenstoff, wodurch es in seiner Zähigkeit und Leitungsfähigkeit leidet.

3. Das Zink.

Das Zink hat eine bläulichweiße Farbe, schmilzt bei 412⁰ C, verdampft bei 830⁰ C und läßt sich sehr leicht gießen, hat aber nur eine geringe Festigkeit. Bei gewöhnlicher Temperatur und bei 200⁰ ist es spröde, bei 150⁰—180⁰ dagegen hämmerbar und walzbar.

Es wird als Zinkblech zu Dacheindeckungen benützt, weil es Witterungseinflüssen widersteht, ferner als Zinkguß zu ornamentalen Verzierungen.

4. Das Zinn.

Das Zinn ist ein weißes, etwas ins Gelbliche spielendes Metall, schmilzt bei 230⁰ C und läßt sich gut gießen und auch im kalten Zustande zu Blech auswalzen. Ganz dünnes Zinnblech ist unter dem Namen Stanniol bekannt. In früherer Zeit war das Gewerbe der Zinngießer sehr verbreitet; indem viele Gebrauchsartikel, wie Teller, Krüge, Löffel, Leuchter u. dgl. aus Zinn verfertigt wurden; heute macht man diese Sachen aus Chinasilber, Britanniametall und anderen Legierungen, welche viel fester sind als das reine Zinn

5. Das Blei.

Das Blei ist ein graues, sehr weiches Metall, schmilzt bei 330⁰ C, läßt sich sehr leicht gießen und zu Blech walzen. Indem es von vielen Säuren nicht angegriffen wird, findet es in chemischen Fabriken zu Pfannen und Rohrleitungen Anwendung; ferner ist es das geeignetste Material für Akkumulatoren zum Aufspeichern elektrischer Energie. Sein hohes spezifisches Gewicht (11·3) macht es zu Schrot geeignet. Die Muffen der Wasser- und Gasleitungsrohre werden mit Blei vergossen und durch nachfolgendes Verstemmen verdichtet.

6. Das Aluminium.

Dieses früher sehr teure Metall wird nunmehr auf elektrolytischem Wege sehr billig hergestellt, hat eine weiße, ins Bläuliche schimmernde Farbe, körnigen Bruch, ein spezifisches Gewicht von 2·6 und schmilzt bei 700⁰ C. Es läßt sich wohl gut gießen, schwindet aber stark. Man kann es schmieden, walzen und ziehen, besonders wenn es auf 300—400⁰ C erwärmt ist, und findet Anwendung zu Broschen, Ziertellern, Knöpfen, Gehäusen der Feldstecher, zu Feldflaschen u. s. w.

7. Das Nickel.

Das Nickel hat eine weiße Farbe und hält sich an der Luft lange völlig rein; außerdem nimmt es durch Polieren mit Wiener Kalk unter Zusatz von Stearinöl einen hohen Glanz an, ist sehr dehnbar und fest wie Eisen. Von Schwefelwasserstoff wird es nicht angegriffen, während Silber bekanntlich bei Berührung mit eiweißhaltigen Stoffen, z. B. Eiern, sofort gelb wird. Die deutschen Nickelmünzen bestehen aus 3 Teilen Kupfer und 1 Teil Nickel. Wegen seiner Kostspieligkeit wird das Nickel häufig nur als Überzug benützt, wobei es auf galvanoplastischem Wege aus seinen Salzlösungen mit Hilfe des elektrischen Stromes niedergeschlagen wird.

Die nickelplattierten Bleche für Küchen- und Tafelgerät werden durch Zusammenschweißen von Nickel mit Flußstahl hergestellt, indem auf eine 80 *mm* starke Stahlplatte beiderseits 10 *mm* dicke Nickelplatten im Feuer aufgeschweißt werden und das ganze hierauf zu Blech ausgewalzt wird. Auch Reinnickel findet schon zu Kochgeschirren Verwendung, selbe kosten aber doppelt so viel als nickelplattierte.

8. Das Antimon.

Das Antimon ist ein weißes Metall mit grobkristallinischem, blätterigem Bruche; es schmilzt bei 425^0 C, ist sehr spröde und findet nur in Legierungen Anwendung.

9. Die Edelmetalle Gold, Silber und Platin.

Diese Metalle schmelzen nur bei sehr hohen Temperaturen, zeichnen sich durch außerordentliche Dehnbarkeit aus und sind widerstandsfähig gegen verschiedene Säuren. Gold dient als Blattgold ($^1/_9$ *mmm* dick) zur Vergoldung und Platin findet zu Platinschalen in den chemischen Laboratorien sowie bei Glühlampen ausgedehnte Verwendung.

Weltproduktion und Durchschnittspreise einiger Metalle.

Die Roheisenerzeugung betrug im Jahre 1903 an 44 Millionen Tonnen; davon entfielen auf die Vereinigten Staaten 18·2, auf Deutschland 10, Großbritannien 8·9, Frankreich 2·8, Österreich-Ungarn 1·5 und auf Rußland 2·3 Millionen Tonnen.

Kupfer	jährlich	550.000	Tonnen,	per	Tonne	52	Pfund Sterling.
				Elektrolytkupfer		56	„ „
Zink	„	545.000	Tonnen,	per	Tonne	18	„ „
Zinn	„	88.000	„	„	„	120	„ „
Blei	„	863.000	„	„	„	11½	„ „
Nickel	„	8.335	„	per	Kilogramm	2·9 bis 3·5	Mark.
Aluminium	„	8.111	„	„	„	2·25 „ 2·5	„
Tiegelgußstahl	kostet			per	Kilogramm	1·2 bis 1·5	Mark
Gold	„			„	„	2799	„ .

TABELLE

über das spezifische Gewicht, die Schmelztemperatur und das Verhältnis der Preise der Metalle untereinander, der Preis des Roheisens gleich eins angenommen.

Metall	Zeichen hiefür	Spezifisches Gewicht	Schmelztemperatur in ^{0} C.	Preisverhältnis
Gußeisen	Fe	7·3—7·5	1100—1300	1
Schmiedeisen	"	7·35—7·9	1600—1800	2
Blei	Pb	11·3	330	4
Zink	Zn	6·9—7·3	412	5
Antimon	Sb	6·7	425	14
Kupfer	Cu	8·58—8·96	1075	16
Zinn	Sn	7·3	230	36
Nickel	Ni	8·4—8·9	1500	50
Aluminium	Al	2·56—2·67	700	40
Silber	Ag	10·5—10·6	1000	900
Platin	Pt	21—21·7	1710	25.000
Gold	Au	19·3—19·6	1050	30.000

10. Die Legierungen.

Die einfachen Metalle lassen sich durch Zusammenschmelzen derart innig miteinander mischen, daß die so entstandene Legierung häufig ganz andere Eigenschaften zeigt als die einfachen Metalle; es treten hiebei chemische Verbindungen auf. Als gewöhnlich zutreffende Regeln gelten:

1. Die Gußfähigkeit ist eine bessere als beim einzelnen, reinen Metall. Man kann diesbezüglich auch Eisen und Kohlenstoff als eine Legierung auffassen; sinkt der Kohlenstoffgehalt unter 2%, so wird das Eisen immer schwerer schmelzbar und gießbar. Kupfer allein ist nicht gießbar, mit Zinn oder Zink legiert dagegen sehr gut.

2. Die Schmiedbarkeit der Legierung ist umgekehrt eine geringere; Kupfer mit viel Zinn oder Zink legiert wird spröde.

3. Die Härte ist größer als die des weichsten in der Legierung enthaltenen Metalles.

4. Die Schmelztemperatur gewöhnlich niedriger als das arithmetische Mittel der legierten Metalle.

5. Die Politurfähigkeit größer.

Die Herstellung eines genauen Mischungsverhältnisses der Metalle zueinander ist insofern schwierig, als die käuflichen Metalle selten ganz rein sind, auch beim Zusammenschmelzen Verluste durch Abbrand entstehen.

Bei der Herstellung der Legierung schmilzt man zuerst die schwerschmelzbaren Metalle; die leichtschmelzbaren werden dann unter dem Schutze einer Kohlendecke zugemischt.

Bronze hat die unangenehme Eigenschaft, zu saigern, d. h. zinnreiche Legierungen abzuscheiden, die sich am Abgusse als weiße Pünktchen bemerkbar machen.

a) Legierungen aus Kupfer und Zink.

Diese in den Gelbgießereien zumeist verwendeten Legierungen haben je nach dem Mischungsverhältnis verschiedene Namen:

Rotguß oder Tomback enthält viel, nämlich 78—92% Kupfer, daher ist die Farbe noch rötlichgelb und die Festigkeit groß. Rotguß wird verwendet zu Lagerschalen, Hahnküken u. dgl.

Messing enthält 66—70% Kupfer, zuweilen noch bis 3% Blei, um es besser drehbar zu machen, oder bis $1^1/_2$% Zinn zur Erhöhung der Festigkeit. Es hat eine eigentümliche gelbe Farbe, läßt sich zu Blech auswalzen und zu Draht ziehen; die Fenster- und Türgriffe, Hähne und Ventile sind zumeist aus Messing.

Schmiedbares Messing läßt sich im glühenden Zustande bearbeiten und enthält 60—65% Kupfer.

Muntzmetall 60% Kupfer, 40% Zink.

Aich-Metall 60% „ 38.2% „ und 1·8% Eisen.

b) Die verschiedenen Bronzen.

Früher kannte man nur eine Bronze, bestehend aus Kupfer und Zinn. Die 6—12%ige (mit 6—12% Zinn) ist schmiedbar, die 12%ige dient für Lagerschalen, die 20%ige ist das harte Glockenmetall; letzteres zeichnet sich durch einen schönen Klang aus. Zu Statuen verwendet, erhält die Bronze unter der Einwirkung des Wetters nach einigen Jahren einen schönen, blaugrünen Überzug von kohlensaurem Kupferoxydul, Patina genannt.

Phosphorbronze ist eine Legierung aus Kupfer und Zinn, der etwas Phosphorkupfer oder Phosphorzinn zugesetzt wurde.

Aluminiumbronze enthält 92—95 Teile Kupfer und 8—5 Teile Aluminium; sie zeichnet sich wie die Phosphorbronze durch große Festigkeit aus.

Die Stahlbronze, aus der die Kanonen der österr.-ungar. Armee angefertigt sind, besteht aus

61·50%	bis	53·90%	Kupfer,	
35·70%	„	40·00%	Zinn,	
0·6 %	„	3·75%	Mangan und mehr bis 10%,	
0·94%	„	1·25%	Aluminium,	
1·26%	„	2·0 %	Eisen.	

Gegenüber dem Nickelstahl ist sie im Verhältnis 42 : 40 fester, hingegen hinsichtlich der Elastizitätsgrenze im Verhältnis 15 : 28 weniger elastisch.

Durch rasche Abkühlung wird bei dieser Bronze das Saigern verhindert und durch kaltes Ziehen des inneren Rohres wird die Festigkeit erhöht. Der äußere Rohrmantel ist gegossen und ausgebohrt.

Billige Bronzen macht man nach Jobbin vorteilhaft

aus 56 Kupfer 42 Zink und 2 Zinn
oder 57 „ 42 „ „ 3 „ .

Zuerst wird Kupfer eingeschmolzen, mit Holzkohle bedeckt, um den Luftzutritt zu hindern, dann die Temperatur so weit gesteigert, daß beim Eintragen des in Papier gewickelten Zinks kein teilweises Festwerden zu befürchten ist und endlich wird unter denselben Vorsichtsmaßregeln Zinn hinzugefügt.

c) Legierungen aus Kupfer, Zink und Nickel.

Diese Legierungen zeichnen sich durch eine schöne weiße Farbe aus; sie sind bekannt als Neusilber, Argentan, Packfong, Alpaka, enthalten 55—60% Kupfer, 18—25% Nickel und 20—30% Zink und werden zu verschiedenen Schmuckgegenständen, für Gehäuse von Taschenuhren, Eßbestecke u. s. w. verwendet.

Zum Gießen dünnwandiger Gegenstände aus Neusilber verwendet V. Schmidt in Wien eine Legierung aus 50 Cu, 15 Ni, 15 Zn, 10 Sn, 5 Teilen 15%igen Phosphorkupfer und 5 Mangan.

Chinasilber ist versilbertes Argentan.

d) Das Deltametall.

Das Deltametall, eine wegen ihrer Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Säuren viel zu Schneckenrädern, Schrauben, Pumpenkörpern (für bis 600 Atm.) u. dgl. verwendete Legierung besteht der Hauptsache nach aus schmiedbarem Messing, mit etwas Blei und Ferromangan legiert, z. B. nach Hampe

	gegossen	warm gehämmert
Kupfer	52·22	55·94
Zink	42·25	41·61
Blei	1·10	0·72
Eisen	0·99	0·87
Mangan.	1·09	0·81
Phosphor	0·02	0·013
Nickel	0·16	—

e) Das Britanniametall

ist eine Legierung, die für Löffel, Milchkannen, Leuchter u. dgl. anstatt des früher verwendeten Zinn deshalb Verwendung findet, weil es härter und fester ist und einen höheren Glanz annimmt. Er ist verschieden zusammengesetzt aus:

85·6 Zinn, 10·4 Antimon, 3 Zink, 1 Kupfer
oder 18 „ 6 „ 1 Kupfer
„ 10 „ 1 „

f) Das Weißmetall (Babbittmetall)

wird viel verwendet zum Ausgießen von Lagern, weil solche Lager viel stärker belastet werden können, ohne daß sie heißlaufen.

Eine feste, aber teuere Legierung besteht aus
11 Kupfer, 74 Zinn und 15 Antimon
oder 5 „ „ 1 „
billiger, aber nicht so fest: 21 Blei, 21 Zinn und 8 Antimon.

Eine Bedingung für diese Legierungen ist, daß sie leicht schmelzbar sind, um damit leicht die Lagerschalen ausgießen zu können; sie müssen ferner genügend fest und hart sein, daß sie nicht verrieben werden, dürfen aber nicht zu spröde sein und abbröckeln, sonst würde ein Heißlaufen des Lagers eintreten.

g) Aluminium-Zink-Legierung.

Zwei Teile Aluminium und ein Teil Zink geben eine weiße Legierung, welche in der Dunkelrotglut schmilzt und sehr dünnflüssig ist, so daß die feinsten Gußstücke hergestellt werden können. In der Festigkeit erreicht es gutes Gußeisen, oxydiert aber nicht und hat ein spezifisches Gewicht von nur 3·3.

11. Das Holz.

Das Holz ist ein aus Pflanzenzellen zusammengesetzter Körper, der aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff besteht. Die Holzzellen liegen in der Mehrzahl parallel nebeneinander und der Holzstamm der Bäume wächst am Umfang in der Weise, daß sich durch Spaltung der Zellen neue Zellen und so nach und nach eine neue ringförmige Holzschicht bildet. Im Querschnitt *q* Fig. 2 erscheint um einen weichen Mittelkern, das Mark, die eigentliche Holzmasse in mehr oder weniger konzentrischen Ringen, den Jahresringen, angeordnet. Der letzte Jahresring ist vom Bast und der Rinde umgeben. Zwischen Bast und Holz ist noch jene besondere Zellenschicht (das Cambium), in der durch Zellenspaltung sich teils neue Holzzellen, teils neue Bast- und Rindenzellen bilden.

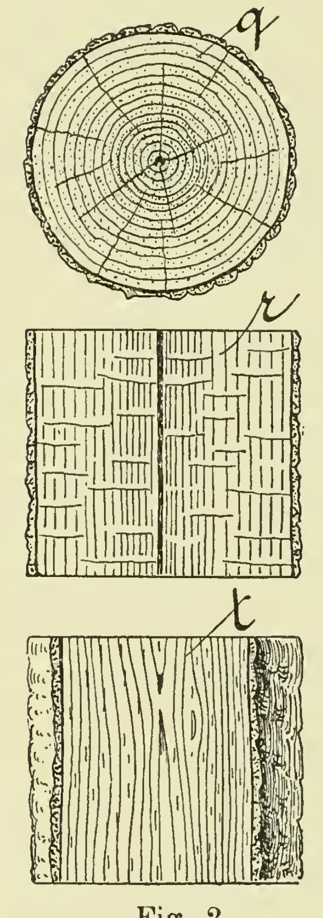


Fig. 2.
q Querschnitt,
r Radialschnitt,
t Tangentialschnitt.

Die Jahresringe entstehen, indem die im Frühjahr sich bildenden Zellen größer sind und eine geringere Wandstärke haben als die Herbstzellen.

Vom Marke gehen nach dem Umfang zu vereinzelte Zellenbündel, die „Markstrahlen"; selbe erscheinen im Radialschnitt *r* als glänzende Streifen, weshalb diese Holzfläche auch Spiegelfläche heißt.

Schneidet man das Holz in der Längsrichtung neben der Mitte durch, wie Fig. 2 der Tangentialschnitt *t* andeutet, so erscheint auf der Schnittfläche eine eigentümliche Zeichnung, der F l a d e r oder die M a s e r u n g, indem die Jahresringe ungleichmäßig gewachsen sind und hiedurch schief geschnitten werden.

Die Holzzellen bestehen aus Zellulose und einem wässerigen Zellsaft, der Pflanzenalbuminate, Harze und Farbstoff enthält. Werden Holzscheiben von etwa 1 *cm* Dicke in Lauge oder doppeltschwefligsaurem Kalk gekocht, so wird als unlöslicher Rückstand chemisch reine Zellulose gewonnen. Das Holz hat verschiedene wertvolle Eigenschaften, wozu in erster Linie die leichte Bearbeitbarkeit gehören; indem es zudem bei großer Festigkeit ein geringes spezifisches Ge-

wicht hat und die Wärme schlecht leitet, ist es das vorzüglichste Material für Möbel und für provisorische Bauten und Gerüste.

In der Längsrichtung der Fasern läßt es sich leicht spalten, besonders in der Richtung des radialen Schnittes, weil da die Markstrahlen den Zusammenhang der Fasern unterbrechen.

Das ältere, um das Mark gelagerte Holz — das Kernholz — ist fester und gewöhnlich auch dunkler gefärbt als das unter der Rinde liegende — das Splintholz. Unter Härte versteht man den Widerstand, den das Holz dem Eindringen eines Werkzeuges entgegensetzt. Nach Nördlinger unterscheidet man:

Steinharte	Hölzer:	Ebenholz, Pockholz, Grenadillholz.
Beinharte	„ :	Buchsbaum, Heckenkirsche, Syringe.
Sehr harte	„ :	Kornelkirsche, Hartriegel, Weißdorn.
Harte	„ :	Eibe, Masholder, Kreuzdorn, Weißbuche.
Ziemlich harte	„ :	Esche, Zwetschke, Akazie, Ulme.
Etwas harte	„ :	Silberahorn, Rotbuche, Nuß-, Birn- und Apfelbaum, Eiche.
Weiche	„ :	Die sämtlichen Nadelhölzer, ferner die Birke, Roßkastanie, Haselnuß.
Sehr weiche	„ :	Pappel, Weide, Linde, Espe, Zeder.

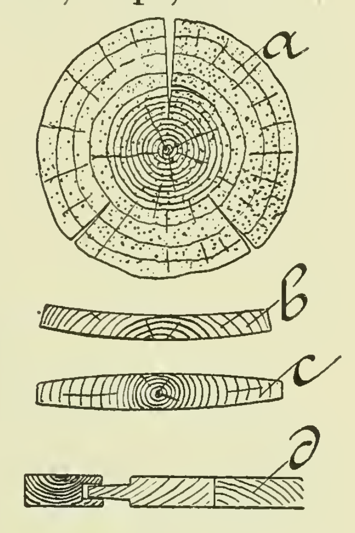
Durch Dämpfen wird das Holz besonders biegsam und diese Eigenschaft nutzte zuerst Thonet in Wien aus (im Jahre 1840), um Möbel aus gebogenem Holze herzustellen.

Leider hat das Holz auch zwei sehr üble Eigenschaften: bei wechselnder Luftfeuchtigkeit ändert sich auch der Wassergehalt des Holzes und hiemit sein Volumen, es „schwindet“ oder „quillt“; in feuchter Luft geht es leicht in Fäulnis über.

Das Schwinden ist am größten in der Richtung des Umfangs eines Holzstammes, geringer in radialer Richtung, am geringsten in der Längsrichtung.

Beim Trocknen reißt also ein Holzstamm radial und auch tangential auf (Fig. 3 *a*) und die Bretter werfen sich, indem sie an der dem Marke zugekehrten Seite konvex werden (Fig. 3 *b* und *c*).

Damit das Holz frischgefällter Bäume nicht zu sehr aufreißt, soll es langsam trocknen; man



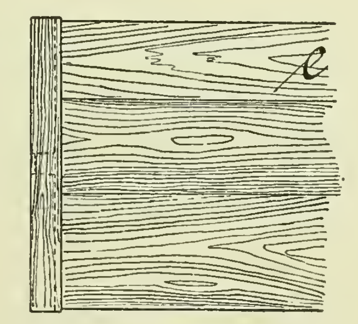


Fig. 3. *a* Radial- und Tangentialrisse. *b*, *c* Werfen des Holzes, *d* Füllung, *e* Reißbrett.

lagert die Holzstämme an einem schattigen Platze, läßt teilweise noch die Rinde darauf und überklebt auch die Hirnflächen mit Papier.

Um die unangenehme Eigenschaft des Schwindens und Quellens des Holzes, des sogenannten Arbeitens, möglichst zu vermindern, wendet man zwei Methoden an; indem man einmal die Aufnahme der Feuchtigkeit oder indem man das Arbeiten selbst gewaltsam verhindert. Die erste Methode besteht im scharfen Austrocknen des Holzes, Überziehen mit Ölfarbe, Auslaugen oder Dämpfen, womit zugleich eine Konservierung des Holzes verbunden ist. Die zweite Methode besteht in der Armierung des Holzes mit eisernen Platten oder hölzernen Leisten. So wird ein Türflügel derart hergestellt, daß man einen Holzrahmen macht und die verbleibende Öffnung mit einem Brette ausfüllt. Die Füllung wird in einem Falze gehalten (Fig. 3*d*) und kann wohl schwinden, sich aber nicht krumm ziehen. Die Reißbretter (Fig. 3*e*) werden an den beiden Seitenkanten mit Leisten aus hartem Holze versehen, indem die Verbindung mit Feder und Nut und in der Leistenmitte überdies noch mit einem Zapfen bewerkstelligt wird; somit kann das Brett wohl schwinden, sich aber nicht werfen.

Die hölzernen Riemenscheiben leimt man aus vielen einzelnen, in verschiedener Richtung liegenden Teilen zusammen, so daß das Schwinden des einen Holzstückes von dem daneben befindlichen verhindert wird.

Zweiter Abschnitt.

Die passiven Hilfsmittel.

Bevor man ein Werkstück in Arbeit nimmt, muß erst gemessen werden, ob es auch die passende Größe besitzt, es müssen die Stellen bezeichnet werden, wo etwas abzunehmen oder Löcher zu bohren sind u. s. w.; zumeist wird das Werkstück auch in einer eigenen Vorrichtung eingespannt und festgehalten, damit das Werkzeug mit der nötigen Kraft einwirken kann. Diese zum Abmessen, Anzeichnen und Festhalten nötigen Werkzeuge und Vorrichtungen bilden die passiven Hilfsmittel der Bearbeitung.

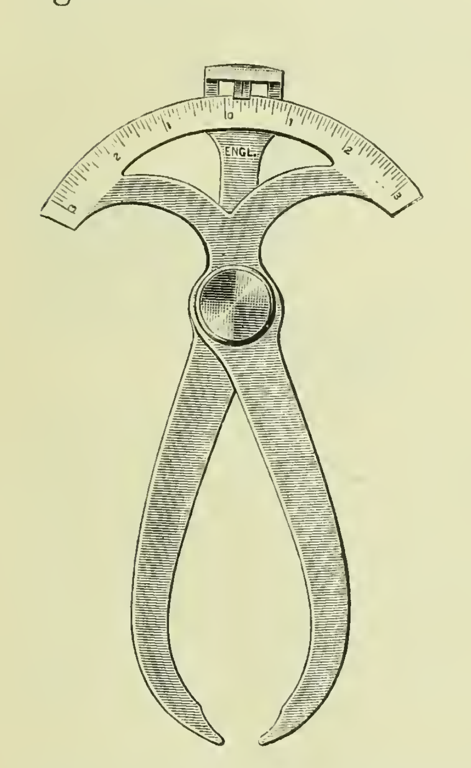
1. Mittel zum Messen.

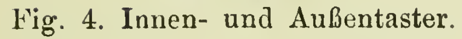
a) Messen linearer Dimensionen.

Die Metallarbeiter benützen Stahlmaßstäbe mit Millimeterteilung, während die Holzarbeiter gewöhnlich hölzerne Maßstäbe mit Zentimeter-

teilung verwenden; überdies stehen die zusammenlegbaren hölzernen Metermaße allgemein im Gebrauch. Für größere Längen sind die stählernen Bandmaße in Verwendung.

Zum Messen oder „Abgreifen“ von Zapfen- und Wellenstärken, sowie der Weite von Höhlungen dienen die Greifzirkel (Dickzirkel, Taster) Fig. 4. Beide Zirkelschenkel sind durch einen strammen Gelenkbolzen miteinander verbunden und nach rückwärts verlängert; der eine ist zu einem Bogensegment mit Millimeterteilung, der andere zu einem Zeiger ausgebildet, damit man das Maß sofort ablesen kann. Bei dem in Fig. 5 dargestellten Greifzirkel dient eine doppelt gewundene Spiralfeder *f* als Gelenk und zum Einstellen eine kräftige Schraube *s* mit Lauf-




Fig. 4. Innen- und Außentaster.

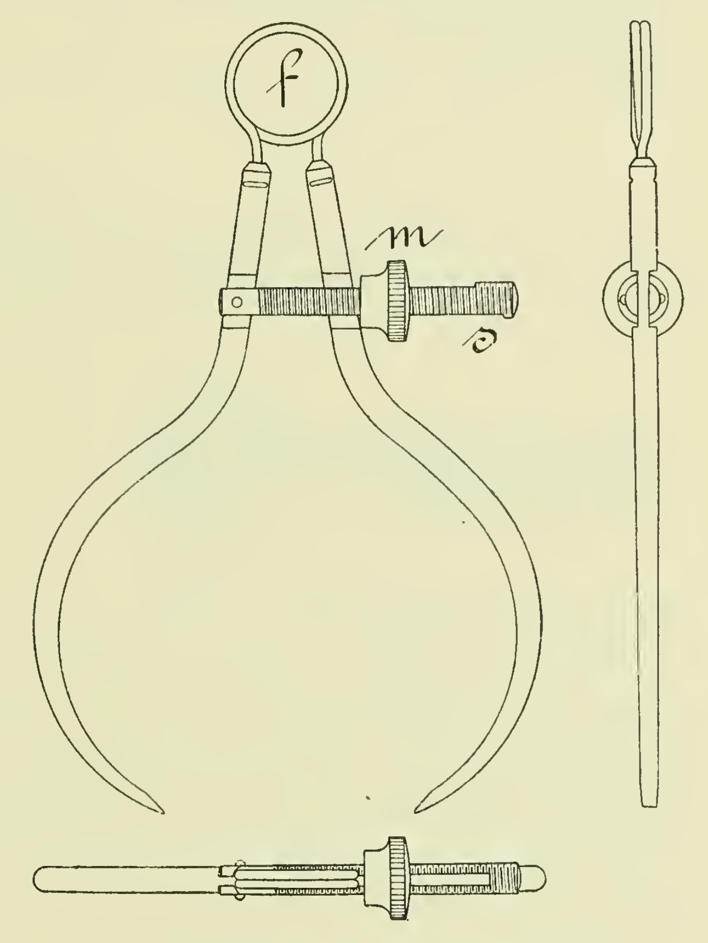


Fig. 5. Greifzirkel mit Stellschraube.

mutter *m*. Die Schraube ist geschlitzt und umgreift beide Schenkel. Bei feineren Dreharbeiten benützen die Mechaniker vorteilhaft die in Fig. 6 dargestellte Federlehre, die direkte Ablesungen bis auf $^1/_{10}$ *mm* genau gestattet; sie hat keine gewöhnliche Kreiseinteilung, sondern eine isometrische, wodurch sogenannte Sehnenfehler vermieden werden.

Bei gewöhnlichen Dreharbeiten werden die Wellenstärken mit einem Stahlring, den man darüberschiebt, gemessen, die Bohrungen von Zahnrädern, Riemenscheiben u. dgl. dagegen mit einem Stahlbolzen. Diese genau gearbeiteten Meßwerkzeuge heißen Kaliberring und

Kaliberbolzen oder Leer- und Vollkaliber (Fig. 7 *a*). In jeder Dreherei hat man eine Anzahl solcher Kaliber von verschiedener Größe — einen Kalibersatz.

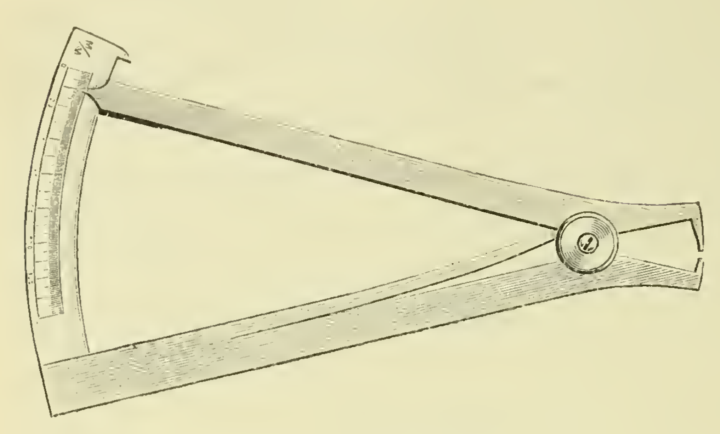


Fig. 6. Zehntelmaß.

Die Lehren Fig. 7 *b* sind in vielen Fällen handlicher als die Kaliber. Eingedrehte Lagerstellen lassen sich z. B. mit dem Kaliberring überhaupt nicht messen.

Die Grenzlehren (Fig. 7 *c*), die sich erst in letzter Zeit in die Werkstätten Eingang verschafft haben, sind solche, bei denen z. B. beim Vollkaliber das eine Bolzenende die Dicke $d + \delta$ hat, das andere $d - \delta$; δ ist hiebei je nach der Kalibergröße und der verlangten Genauigkeit verschieden.

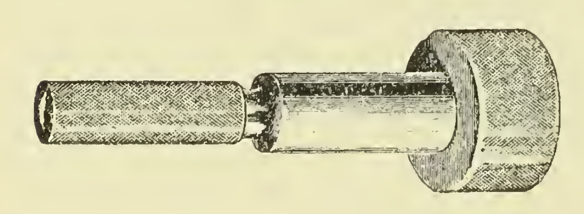


Fig. 7 *a*. Kaliberring und Kaliberbolzen.

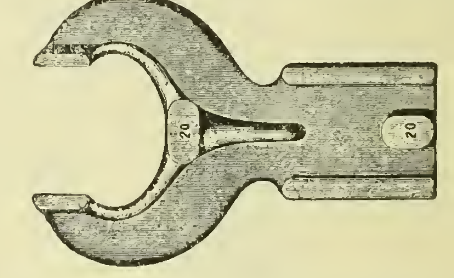


Fig. 7 *b*. Loch- und Tasterlehre.

Ein Drehzapfen muß in der Lagerbüchse etwas Spielraum haben, damit eine Ölschicht möglich ist; G. Schlesinger*) nennt dies den laufenden Sitz. Auswechselbare Räder sollen genau auf ihre Zapfen, worauf sie festgeklemmt werden, aufpassen; dies nennt man Schiebesitz. Dann gibt es einen festen Sitz, den aufgekeilte Zahnräder und Scheiben haben sollen, und noch einen Preßsitz, wo das Vereinigen der Teile unter Anwendung von hydraulischem Drucke, wie z. B. bei den Waggonrädern, oder durch Warmaufziehen, wie bei den Kurbeln üblich, erfolgt.

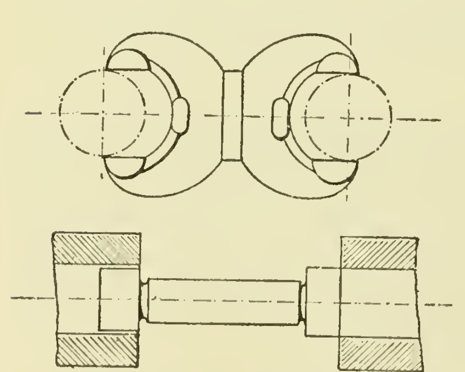


Fig. 7 *c*. Grenzlehre und Grenzkaliber.

Es ist z. B. für eine genau gearbeitete Radnabe die Bohrung 100 *mm* und die Grenzlehre hiefür am dünnen Ende 99·075 *mm*, am dicken Ende 100·02 *mm* stark. Das Loch wird dann so weit ausgebohrt, daß wohl das dünne, nicht aber das

*) Zeitschr. d. Vereines deutsch. Ing. 1903, S. 1379.

dicke Ende hineingeht. Der ganze Unterschied der beiden Lehren beträgt 0·045 *mm* und um nur so viel kann die Lochweite abweichen.

Das sphärische Endmaß (Fig. 8) dient für Bohrungen über 100 *m* und besteht aus einem Stahlstab, dessen Endflächen Teile der Oberfläche einer Kugel bilden, deren Mittelpunkt in der Mitte des Stabes liegt; dieses Maß kann man auch etwas geneigt in die Bohrungen einführen, ohne einen Fehler zu begehen.

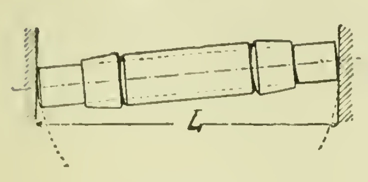


Fig. 8.
Sphährisches Endmaß.

Zum Messen großer Zylinderbohrungen benützt man das Stichmaß, d. i. ein Stahlstäbchen, welches an beiden Enden abgerundet ist und in der Richtung eines Durchmessers in den Zylinder eingestellt wird.

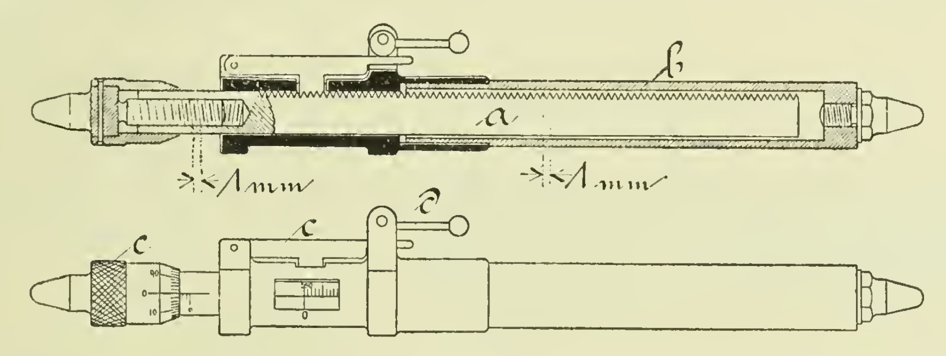


Fig. 9. Zylindermaß von Alig und Baumgärtel in Aschaffenburg.

Das Stichmaß oder Zylindermaß (Fig. 9) ist so eingerichtet, daß man dessen Länge schnell verändern und auf das richtige Maß einstellen kann, indem man den gezahnten Stab *a* in der Hülse von Hand aus verschiebt und dann mit einem Klinkenhebel *c* dadurch festhält, daß man den Exzenterhebel *d* in die gezeichnete Stellung bringt. Die feine Einstellung bis auf $^1/_{100}$ Millimeter erfolgt mit der Mikrometerschraube *e*.

Um Werkstücke, z. B. neu hergestellte Kaliber, bis auf tausendstel Millimeter genau nachzumessen, benützt man eigene Apparate, wie einer in Fig. 10 dargestellt ist, der von der „Newall Engineering C. in London“ ausgeführt wird. Das zu messende Stück kommt zwischen die beiden Enden der Spindeln *a* und *b*. Die Spindel *a* hat ein Schraubengewinde *s* von z. B. 5 *mm* Teilung und wird durch Drehen an dem Knopfe *k* so lange vorgeschoben, bis durch den Druck das Werkstück festgeklemmt und *b* soweit zurückgedrängt wird, daß die Wasserwage *w* einspielt. Die feine Einstellung erfolgt durch Drehen am Knopfe *l*, nachdem man vorher den Klemmring *r* mit dem Schlüssel *i* festgeklemmt hat. Beim Zurückdrängen von *b* wird eine Feder *f* zusammengedrückt; das hintere Ende der Spindel *b* drückt

gegen einen um *o* drehbaren Hebel *h*, der oben die Libelle trägt. Die Drehung kann an der Teilscheibe *t*, die in 1000 Teile eingeteilt ist, sowie am Nonius *n* auf zehntel Teile abgelesen werden, so daß die Ablesung auf $^5/_{10000} = 0{\cdot}0005$ *mm* genau erfolgt. Wie ersichtlich, sind die beiden Stahlspindeln *a* und *b* in Spindelstöckchen gelagert, die sich auf dem kräftigen Bett *c* verschieben und mit den Klemmschrau-

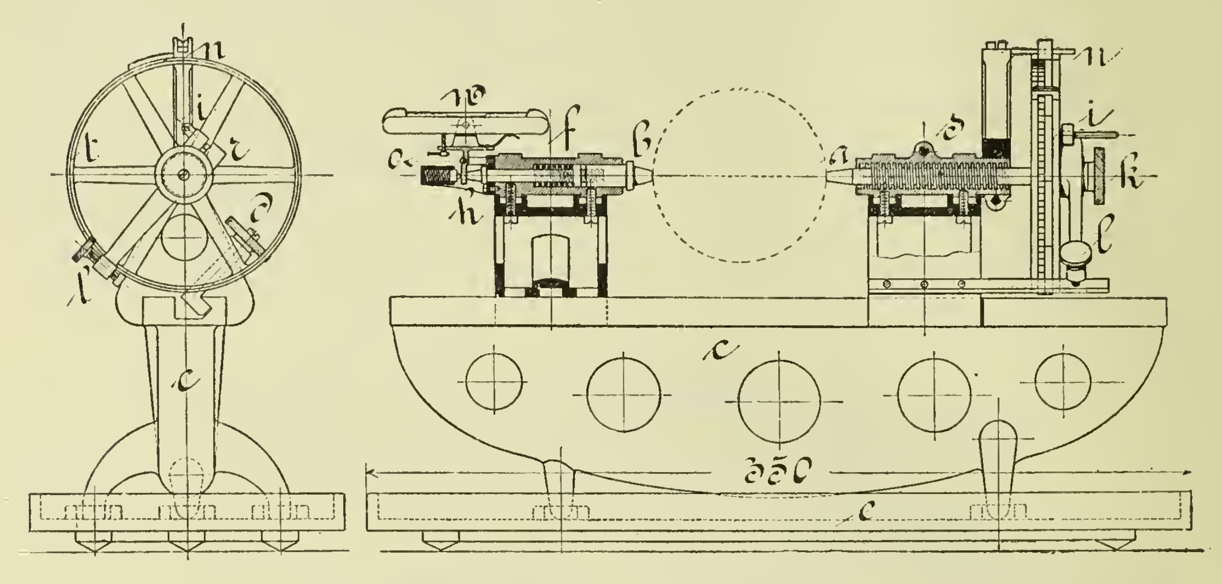


Fig. 10. Vorrichtung zum genauen Messen.

ben *d* festklemmen lassen. Das Bett *c* steht mit drei Füßen auf der gußeisernen Solplatte *e*, so daß ein sicherer Stand hergestellt und kein Verziehen des Bettes zu befürchten ist. Beim Arbeiten mit dem Apparat wird ein Normalkaliber zwischen die Endflächen gebracht, die Ablesung gemacht und sodann das zu untersuchende Kaliber verglichen.

Indem hiebei die Spindel *b* jedesmal mit gleichem Drucke zurückgedrängt wird, also die Messung bei gleichem Andruck erfolgt, ist eine große Genauigkeit gesichert.

Zum Messen bis auf $^1/_{100}$ Millimeter Genauigkeit dient vorteilhaft die Schraublehre Fig. 11. In einem Bügel *b* ist eine Schraube *s* mit 1 *mm* Ganghöhe eingeschraubt, so daß sie sich bei jeder Umdrehung um 1 *mm* verschiebt; dieser Schraube steht eine zweite, die „Justierschraube“ *i*, gegenüber, die dazu dient, bei eingetretener Abnützung die Lehre so einzustellen, daß bei Berührung der beiden Schrauben *s* und *i* die an der Hülse *h* befindliche Einteilung auf Null zeigt. (Wie bei Fig. 9.) An dem drehbaren Knopfe *k* wird die Lehre gehalten.

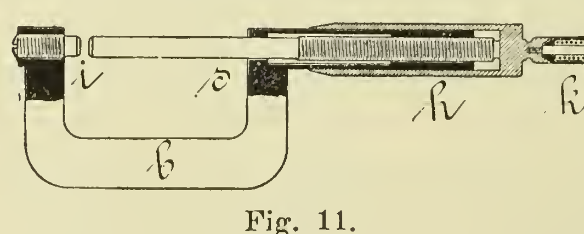


Fig. 11.
Schraublehre von Alig und Baumgärtel.

Dünne Drähte und Bleche werden am besten mit festen Lehren gemessen. Die in Fig. 12 dargestellte deutsche Drahtlehre besteht aus einem Stahlblech, das am Rande Einschnitte besitzt, die innen kreisförmig erweitert sind. Die Weite der Einschnitte ist nach zehntel Millimeter abgestuft. Der zu messende Draht wird durch einen der

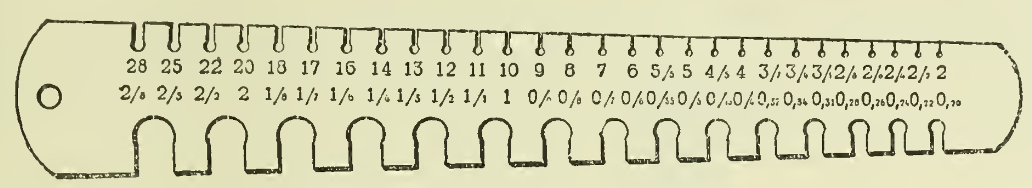


Fig. 12. Deutsche Drahtlehre.

Einschnitte einzuführen gesucht, bis man den gerade passenden findet. Neben den Einschnitten sind die Drahtstärken in $^1/_{10}$ und $^1/_{100}$ *mm* angegeben. z. B. $^2/_8$ Zehntel oder 28 Hundertel entspricht dem ersten linken Einschnitte.

Bei der in Fig. 13 dargestellten Drahtlehre sind zwei Stahlschienen unter einer Neigung von 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50 oder 1 : 100 miteinander verbunden, so daß ein allmählich sich verengender Schlitz vorhanden ist, in welchen der zu messende Draht eingeschoben wird. Eine Einteilung gibt sofort die Drahtdicke in Millimetern an.

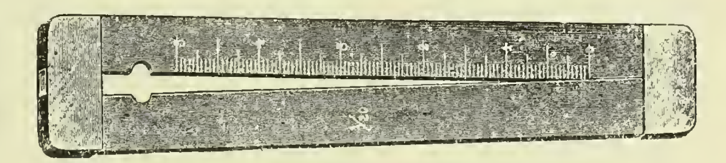


Fig. 13. Drahtlehre.

Größere Dimensionen können vorteilhaft mit der Schublehre (Fig. 14) gemessen werden. Die hier dargestellte ist ganz aus Stahl

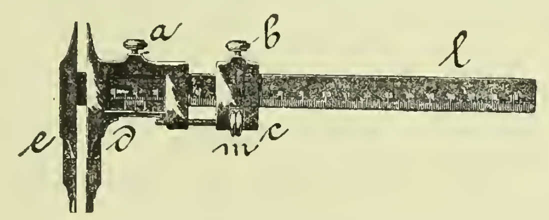


Fig. 14. Schublehre.

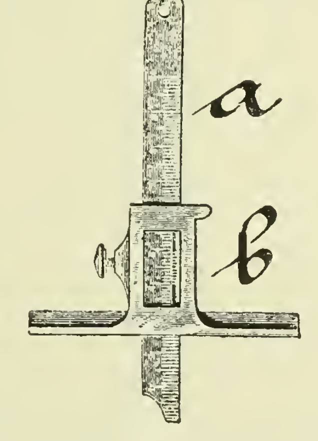


Fig. 15. Tiefenmaß.

verfertigt, mit Feinstellschraube, Zirkelspitzen und abgesetzten Schnäbeln zum Lochmessen versehen. Will man mit dieser Schublehre messen, so werden die Klemmschrauben *a* und *b* gelüftet, danach die Hülsen *c* und *d* auf dem Lineal *l* verschoben und die beiden Schnäbel *d* und *e* so weit geöffnet, daß sie das Werkstück übergreifen. Hierauf klemmt man die Hülse *c* mit der Schraube *b* fest und bewirkt mit der Mutter *m* die genaue Einstellung.

Das Tiefenmaß Fig. 15 besteht aus einem Maßstab *a* und dem Schieber *b*; es dient zum Messen der Tiefe von Bohr- und Zapfenlöchern sowie von Blechstärken bei Nietungen.

b) Winkelmessungen.

Zum Messen rechter Winkel benützt der Holzarbeiter den Winkelhaken Fig. 16, der aus dem langen, dünnen Blatte *a* und dem kurzen dicken Schenkel oder Kopfe *b* besteht. Die vorspringende Kante des letzteren dient als Anschlag.

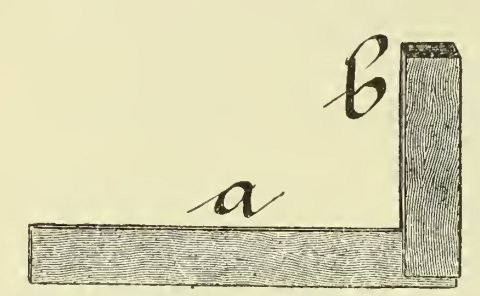


Fig. 16. Winkelhaken

Der in der Holzverarbeitung so oft vorkommende Winkel von 45⁰ heißt Gehrungswinkel und wird mit dem Gehrmaß Fig. 17 gemessen.

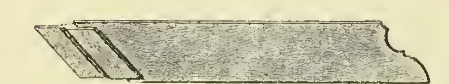
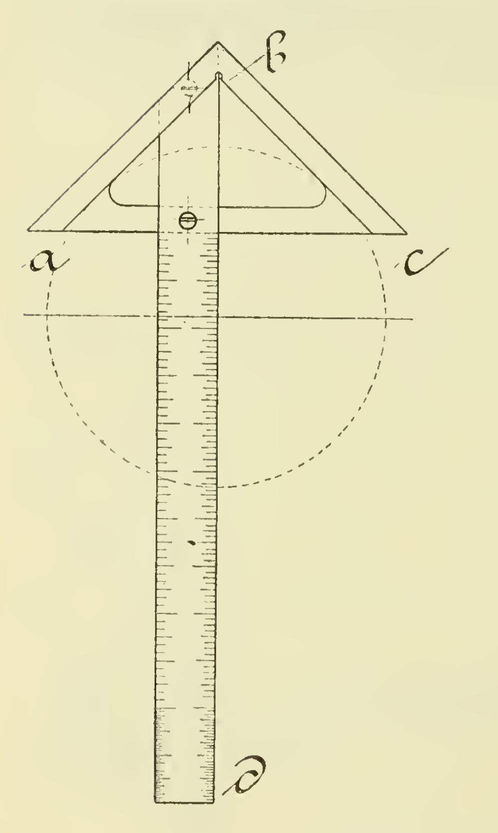


Fig. 17. Gehrmaß.

Mit dem Winkelmaß (Fig. 18) kann man den Mittelpunkt einer Kreisfläche bestimmen, indem man den Anschlag *a b c* an zwei verschiedenen Stellen des Kreisumfangs anlegt und längs des Blattes *b d* je einen Durchmesser zieht. Überdies kann man auch ausspringende und einspringende rechte Winkel und solche von 45⁰ abmessen.

Verstellbare Winkelmaße heißen Schmiegen oder Schrägmaße. Bei



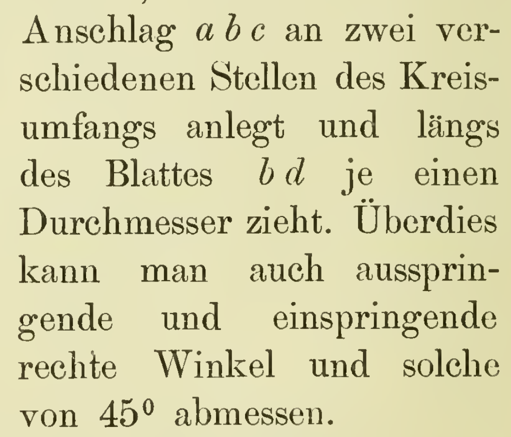


Fig. 18. Universalwinkel.

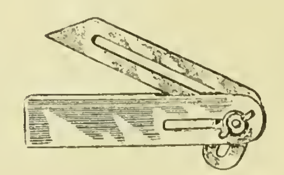


Fig. 18*a*. Universalschmiege.

der Universalschmiege Fig. 18*a* kann das Blatt in jedem beliebigen Winkel eingestellt und mit einer Flügelschraube festgeklemmt werden. Indem das Blatt auch in Langschlitzen verschiebbar ist, wird diese Schmiege zum Winkelmessen bei Kegelrädern besonders brauchbar.

c) Wasserwagen.

Ein bei der Montierung und bei Bauten stets gebrauchtes Werkzeug ist die Wasserwage oder Libelle. Die Holzarbeiter benützen große, hölzerne Wasserwagen, wie z. B. Fig. 19 zeigt, welche eine Horizontal- und eine Vertikallibelle (*h* und *v*) hat. Die Horizontallibelle *h* ist tief in das Eichenholz eingelassen und durch ein starkes Schutzglas und eine Messingplatte gegen Zerstörung geschützt. Die Vertikallibelle *v* ist quer in einer Durchbohrung des Holzprismas eingebaut.

Die in Fig. 20 dargestellte Wasserwage hat eine rinnenartig ausgehöhlte Sohle zum Aufsetzen auf Wellen.

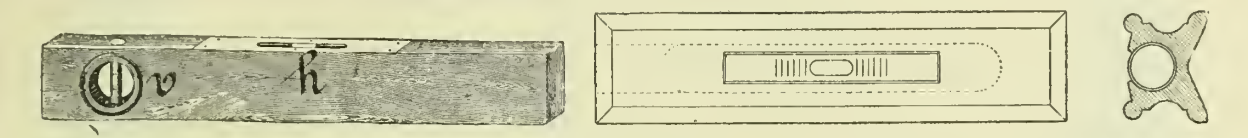


Fig. 19. Wasserwage, 25 bis 100 *cm* lang, für Holzarbeiter.

Fig. 20. Wasserwage für Metallarbeiter.

Die Wasserwage Fig. 21 dient sowohl zum Bestimmen wagrechter Flächen als auch solcher von einer bestimmten Neigung. Die Wasserwage *w* ist zu dem Zwecke an dem Quadranten *q* gelenkig be-

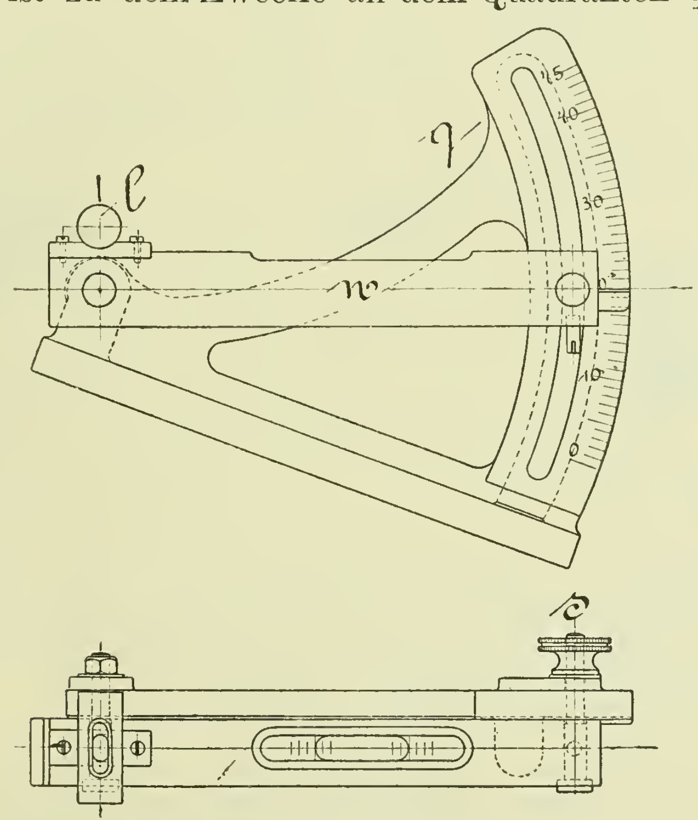
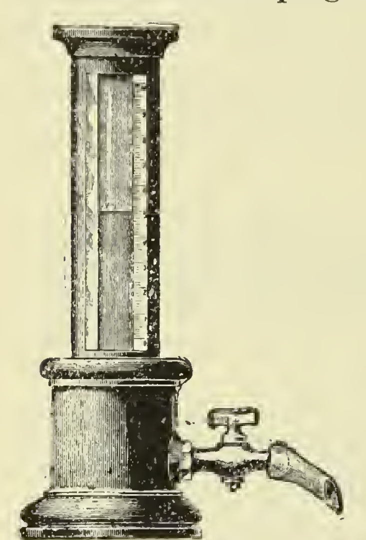


Fig. 21. Wasserwage für geneigte Flächen.

festigt und mit einer Klemmschraube *s* festgeklemmt. Eine kurze Querlibelle *l* dient dazu, die Quadrantensohle auf einer schrägen Fläche winkelrecht aufzusetzen; es muß hiebei die Libelle *l* einspielen.

Fig. 22 zeigt eine Schlauchwasserwage. Sie besteht aus zwei mit Skala und innerer Glasröhre versehenen Säulen, deren schwere Sockel plangedrehte Aufsatzflächen besitzen. Beide Teile werden durch einen Gummischlauch von entsprechender Länge verbunden und so mit Wasser gefüllt, daß im Schlauche keine Luftblasen bleiben. Die beiden Wasserspiegel in den Glasröhren stellen sich nach dem Gesetze der kommunizierenden Röhren in gleiche Höhe. Sie findet bei der Montage von Transmissionen, Eisenkonstruktionen und bei Fundamentierungen Verwendung.





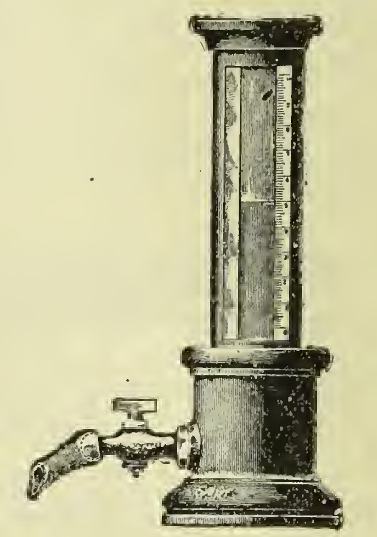


Fig. 22. Schlauch-Wasserwage.

2. Mittel zum Anzeichnen.

a) Anzeichnen von Punkten.

Hiezu benützt man ein Stahlstäbchen mit kegelförmiger Spitze, den Körner, den man an der zu bezeichnenden Stelle aufsetzt und mit einem Hammerschlag einschlägt.

Um kleinere Bolzen bis zu 40 *mm* Dicke anzukörnen, bedient man sich mit Vorteil der Zentrierglocke Fig. 23. Wenn man die trichterförmige Glocke auf das Stirnende des Bolzens senkrecht aufsetzt, wird der in der Glocke befindliche Körner zentrisch eingestellt.

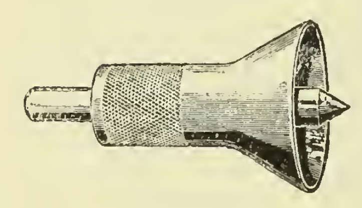


Fig. 23.
„Cushman"-Zentrierglocke.

b) Anzeichnen von Linien.

Die Holzarbeiter bedienen sich hiezu eines Bleistiftes, die Metallarbeiter der Reißnadel, nachdem vorher das Werkstück mit Kreide oder mit Lehmwasser überstrichen wurde.

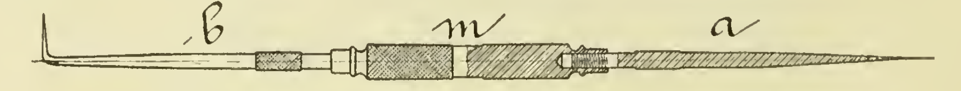


Fig. 24. Reißnadel von Schuchardt und Schütte.

Die Reißnadel Fig. 24 besteht aus einem gerändelten Mittelteil *m*, in dem die beiden Spitzen *a* und *b* eingeschraubt sind; letztere lassen sich somit leicht auswechseln.

Um eine Linie parallel zu einer Kante anzuzeichnen, benützt man das Streichmaß Fig. 25. Es besteht aus einem gehärteten Anschlag *a*, in dem eine Stange *b* verschiebbar und mit einer Schraube *c* festzuklemmen ist; am Ende der Stange ist eine Reißnadel mit einer Schraube befestigt und leicht auswechselbar. Die Schraube *s* dient

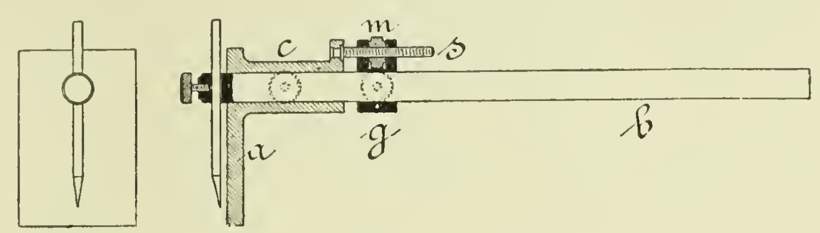


Fig. 25. Einfaches Streichmaß.

zum feinen Einstellen, indem man die Gabelhülse *g* vorher festklemmt und die rändrierte Mutter *m* dreht.

Holzarbeiter benützen gewöhnlich ein hölzernes Streichmaß Fig. 26, bei dem die beiden Stäbchen *a* und *b* im Anschlag *c* mittels Keilen befestigt sind. Die Reißspitzen *d* und *e* sind in die Enden der Stäbchen eingeschraubt oder nur eingeschlagen.

Um kreisrunde Linien anzuzeichnen, benützt man die Spitzenzirkel. Der in Fig. 27 dargestellte besteht einfach aus zwei Metallschenkeln, die durch ein Scharnier miteinander verbunden sind. Die Schenkel enden in gehärteten Stahlspitzen.

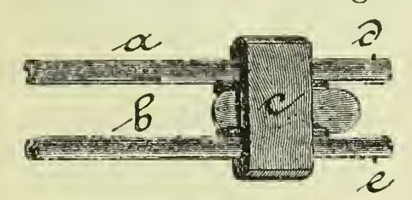


Fig. 26.
Doppeltes Streichmaß.

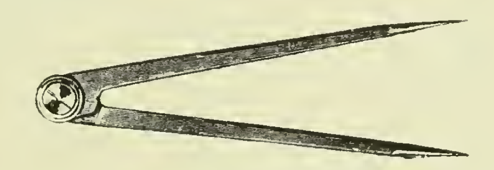


Fig. 27. Spitzzirkel.

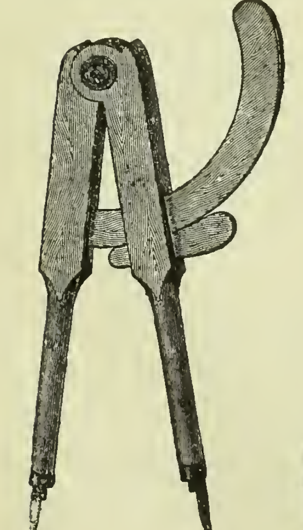


Fig. 28.
Hölzerner Zirkel.

Fig. 28 zeigt einen hölzernen Zirkel mit Stellbogen und Keil zum Feststellen der beiden Schenkel.

Größere Kreise werden genauer mit dem Stangenzirkel Fig. 29 angezeichnet, da sich hiebei die Stahlspitzen senkrecht auf die Fläche aufsetzen. Der Stangenzirkel läßt sich auch als Schublehre für Außen- und Innenmessungen sowie als Streichmaß benützen.



Fig. 29. Stangenzirkel.

Hat man parallel zu einer Fläche auf dem Werkstück eine Linie anzuzeichnen, so benützt man den Parallelreißer oder Reißstock *r* Fig. 30, den man auf eine genau gehobelte, gußeiserne Tischplatte *t*,

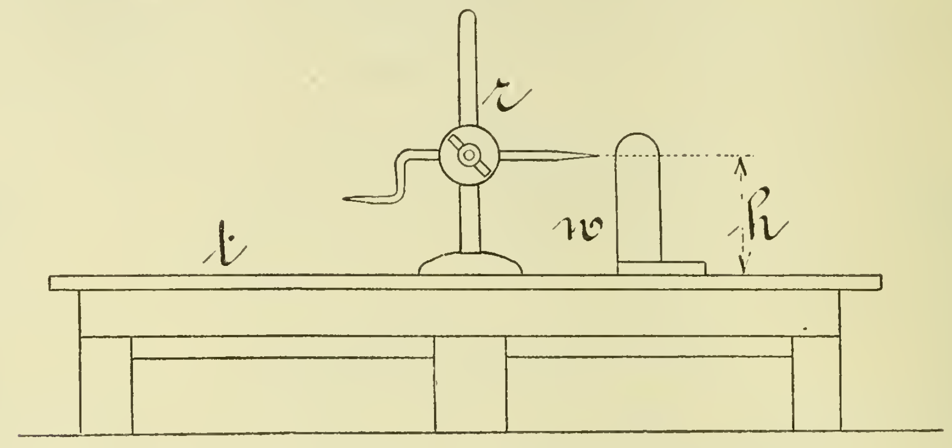


Fig. 30. Anreißtisch mit stehendem Streichmaße.

den A n r e i ß t i s c h, aufstellt, längs des ebenfalls auf dem Anreißtische aufliegenden Werkstückes *w* verschiebt und dabei mit der Spitze der Reißnadel in einer bestimmten Höhe *h* über der Führungsfläche eine Linie einritzt.

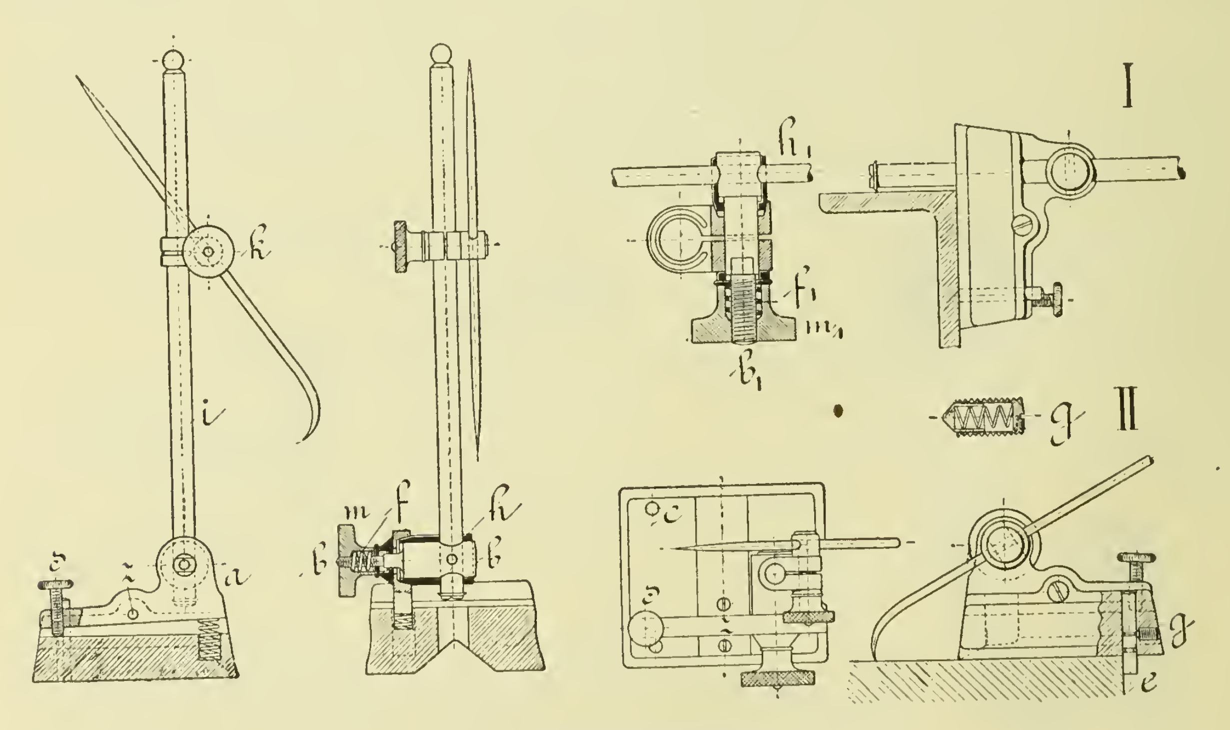


Fig. 31. Parallelreißer.

Der Parallelreißer Fig. 31 hat einen viereckigen, gußeisernen Fuß, der den um eine Drehachse *z* schwingenden Spindelhalter *a* trägt *a* läßt sich mit der Stellschraube *s* zur g e n a u e n Einstellung der Nadel etwas verdrehen. In *a* wird die Spindel *i* mit einer Klemmvorrichtung in beliebig geneigter Lage festgeklemmt, indem die Schraube *b* mittels der Mutter *m* in die Hülse *h* hineingezogen wird. Läßt man die Mutter *m* etwas zurück, so kommt die Feder *f* zur Wirkung und

hält die Spindel *i* noch so viel fest, daß man sie gerade verdrehen und verschieben kann, wie es für die grobe Einstellung nötig ist. Eine die Reißnadel haltende Klemme *k* ist auf der Spindel verschiebbar und ähnlich eingerichtet wie die untere Klemmvorrichtung; durch Anziehen der Mutter m_1 wird die Klemme auf der Spindel *i* und zugleich die Reißnadel festgehalten. Dieser Anreißstock läßt sich auch als Streichmaß verwenden, wie I und II der Figur 31 veranschaulicht. In II dienen zwei Stifte *e* als Anschlag, indem diese Stifte aus dem Fuße nach unten herausgeschoben wurden und in der Lage durch je eine hohle Schraube *g* gehalten werden, in der sich eine Feder befindet, die mit einem Knopfe gegen eine ringförmige Nut drückt.

c) Anzeichnen von Flächen.

Hiezu dienen ganz genau ebene Gußeisenplatten, die Abrichtplatten (Richtplatten oder Tuschierplatten); sie wurden zuerst von Whitworth 1840 eingeführt; erst durch sie gelang es, vollkommen ebene Flächen herzustellen. Die Oberfläche der Abrichtplatte Fig. 32 wird mit einer dünnen Schicht roter Ölfarbe bestrichen, auf das zu bearbeitende Werkstück, welches schon nahezu eben gehobelt oder gedreht wurde, aufgesetzt und langsam der Länge und Breite nach hin und her bewegt. Hiedurch werden die hervorragenden Unebenheiten mit Farbe angezeichnet oder markiert und man kann sie durch Feilen und Schaben entfernen. So fährt man fort, immer wieder die Tuschierplatte aufzusetzen, bis auf jedem Quadratzentimeter einige Farbenflecke erscheinen. Die mittlere Größe dieser Platten ist 250×360 *mm*; sie sind an der Unterseite mit Rippen versteift und stehen mit drei Zapfen 1 2 3 auf dem Werktische.

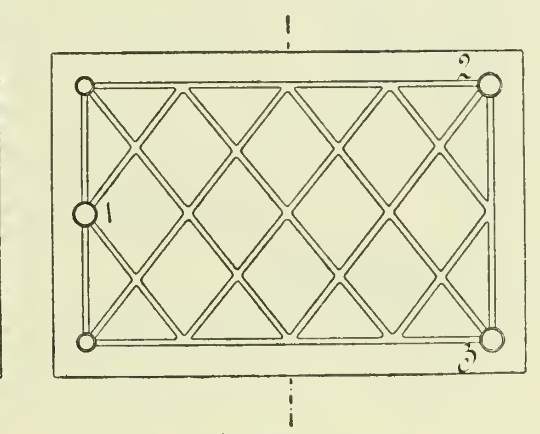


Fig. 32. Richtplatte.

Anmerkung. Neben diesen kleinen, zum Anzeichnen benützten Richtplatten findet man vielfach auch noch andere Arten in Verwendung; so in den Walzwerken die großen, langen, eisernen Platten zum Geraderichten der ausgewalzten, glühenden Stäbe und Schienen, in den Schmieden die schweren Richtplatten zum Ausrichten kalter oder warmer Arbeitsstücke.

3. Mittel zum Anfassen und Festhalten.

Hiezu benützt man im allgemeinen zwei Backen, die durch Hebel oder Schrauben oder eine Kombination von Hebel und Schraube gegeneinander bewegt werden. Der Raum zwischen den beiden Backen heißt das Maul.

a) Zangen.

Sie dienen, kleinere Gegenstände kurze Zeit festzuhalten. Die Feinmechaniker benützen die Kornzange, Federzange oder Pinzette (Fig. 33); selbe besteht aus zwei federnden Metallstreifen, die an einem Ende durch Löten oder Vernietung miteinander verbunden, an dem anderen Ende zugespitzt und, wenn nötig, auch mit Elfenbein oder Kork belegt sind. Die etwas voneinander abstehenden Spitzen gestatten, kleine Gegenstände zu fassen und durch den Druck der Finger festzuhalten.



Fig. 33. Kornzange.

Fig. 34. Flachzange.

Die in Fig. 34 dargestellte Flachzange besteht aus zwei zweiarmigen Hebeln, die durch einen Bolzen gelenkig miteinander verbunden sind. Auf einer Seite bilden die Hebelenden das Maul mit flachen, geriffelten Maulflächen, auf der anderen Seite sind sie zum Festhalten mit der Hand entsprechend gebogen.

Bei der Drahtzange (Fig. 35) wird das Maul von zwei Kegelstumpfen gebildet und durch eine leicht erkennbare Hebelanordnung so bewegt, daß die Maulflächen bei jeder Maulweite parallel bleiben.

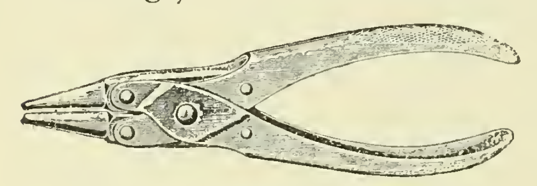


Fig. 35. Parallel-Rundzange.

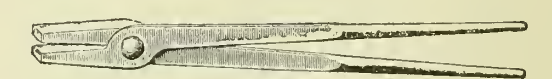


Fig. 36 bis 38. Schmiedezangen.



Fig. 37.



Fig. 38.



Fig. 38*a*.

Die Schmiedezangen (Fig. 36 bis 38) müssen zum Halten lange Schenkel haben. Die Maulflächen sind dem Bedarfe entsprechend flach, rund oder nach Fig. 38 mit einem sogenannten „Wolfsmaul“ versehen. Zum bequemen Festhalten des Werkstückes für längere Zeit wird auf die Schenkel ein aus Rundeisen gebildeter Ring aufgeschoben, wie Fig. 38*a* zeigt.

Zum Festhalten von Rohren dienen die Rohrzangen (Fig. 38 b), von denen die verschiedensten Konstruktionen bestehen. Je kräftiger man an dem Hebel dreht, desto stärker wird das von der Zange gefaßte Rohr festgeklemmt.



Fig. 38 b Rohrzange.

b) Schraubzwingen.

Sollen Arbeitsstücke längere Zeit festgehalten oder gegeneinandergedrückt werden, so benützt man die Schraubzwinge. Sie besteht, wie Fig. 39 zeigt, aus einem Bügel *b*, in dessen einem Schenkel eine Schraube *s* eingeschraubt ist, welche durch einen Schlüssel *l* gedreht wird. Bei dieser Zwinge ist gegenüber der Schraube im anderen Schenkel eine stählerne Halbkugel *u* drehbar befestigt, so daß auch Arbeitsstücke, deren Flächen nicht parallel sind, sicher zusammen gehalten werden.

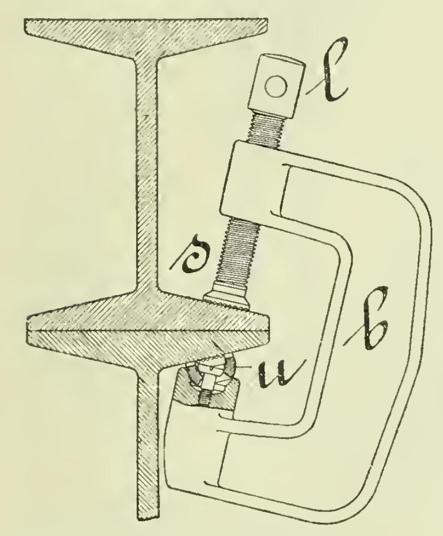


Fig. 39. Schraubzwinge mit Kugelfuß.

Die Holzarbeiter verwenden die in Fig. 40 dargestellten Schraubzwingen. Die Schenkel *a* und *c* sind mit dem Querriegel *b* durch eine dreifache, verleimte Verzapfung verbunden.

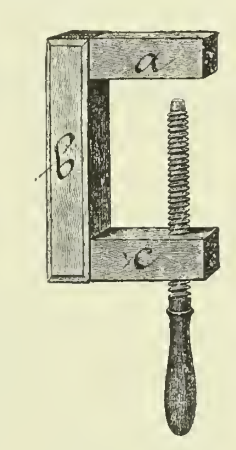


Fig. 40. Hölzerne Schraubzwinge.

c) Feilkloben.

Ein anderes, handlicher als die Schraubzwinge zu gebrauchendes Werkzeug zum Einspannen ist der Feilkloben. Er besteht, wie die Fig. 41 zeigt, aus zwei Schenkeln, die unten durch einen Ge-

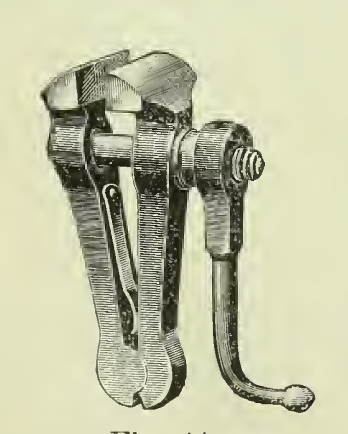


Fig. 41. Breitmauliger Feilkloben.

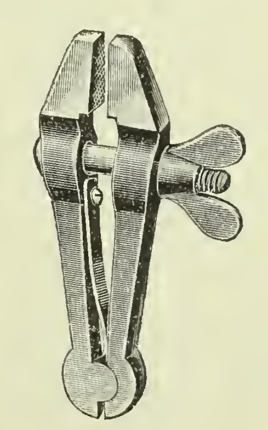


Fig. 42. Spitzmauliger Kloben.

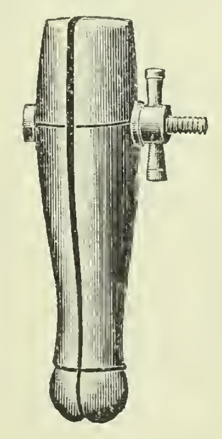


Fig. 43. Hölzerner Kloben.

lenkbolzen verbunden sind und mittels einer Schraube und Schraubenmutter, auf welch letzterer ein Schlüssel aufgesteckt ist, fest gegeneinander gedrückt werden. Die einander zugekehrten Flächen des Maules sind geriffelt; nach ihrer Form unterscheidet man breitmaulige Kloben (Fig. 41) und spitzmaulige (Fig. 42). Die Figur 43 zeigt einen hölzernen Kloben. Die kleinen Feilkloben der Uhrmacher (Fig. 44) haben zum besseren Halten einen Stiel, statt eines Gelenkbolzens ist aber ein federnder Bügel angewendet.

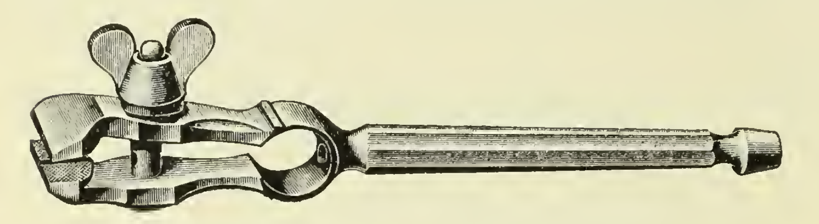


Fig. 44. Uhrmacher-Stielfeilkloben.

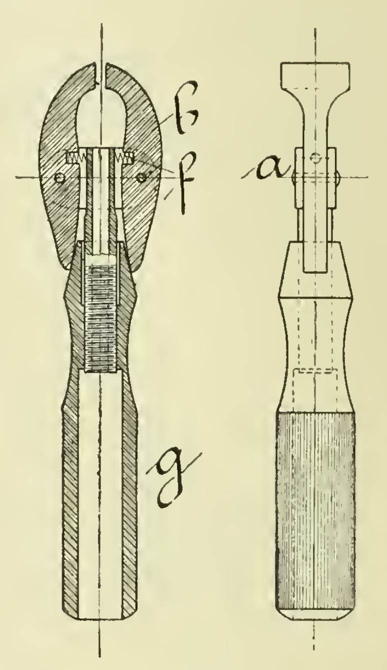


Fig. 45. Leichter Stielfeilkloben mit durchbohrtem Griff.

Der Stielkloben (Fig. 45) besteht aus zwei Backen *b*, die mit dem Gabelstück *a* gelenkig verbunden sind. Das Gabelstück ist zu einer hohlen Schraube ausgebildet, auf welche der hohle Griff *g* aufgeschraubt wird, der mit seinem konischen Ende die unteren Backenteile auseinanderdrückt und hiebei zugleich die Federkraft der Federn *f* überwindet. Durch den hohlen Griff läßt sich der zu verarbeitende Draht hindurchstecken.

d) Schraubstöcke.

Will man ein Werkstück einspannen, doch nachher beide Hände frei haben, um es mit der Feile oder dem Meißel bequem bearbeiten zu können, so muß man den Feilkloben am Werktische mit einer Schraubzwinge befestigen oder die Einspannvorrichtung selbst gleich so formen, daß eine einfache, feste Anbringung am Werktische möglich ist. Solche Werkzeuge heißen Schraubstöcke.

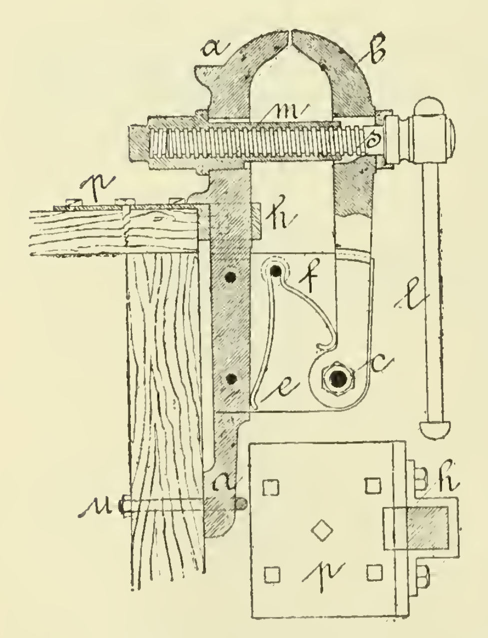


Fig. 46. Flaschenschraubstock.

Der Flaschenschraubstock (Fig. 46) hat die Form eines großen, breitmauligen Feilklobens. An dem festen Schenkel *a* sind zwei Bleche *e* angenietet; dazwischen bewegt sich um den Gelenk-

bolzen *c* der bewegliche Schenkel *b*. Die Schraubstockspindel *s* wird mit einem Schlüssel *l* gedreht; sie hat ihr Muttergewinde in *m*. Eine zwischen den beiden Schenkeln *a* und *b* angeordnete Feder *f* bewirkt das selbsttätige Öffnen des Schraubstockes. Die Befestigung an der Werkbank geschieht mit der Winkelplatte *p*, die mit fünf Holzschrauben festgeschraubt ist, und der Hülse *h*. Der untere Teil des festen Backens *a*, die sogenannte Flasche, wird noch von einem Bügel *u* gehalten, der mit zwei Schrauben an dem Fuße der Werkbank angeschraubt ist.

Damit die Maulflächen bei verschiedener Maulweite stets parallel bleiben, das Arbeitsstück so sicherer halten und die Kanten desselben nicht beschädigen, verwendet der Maschinenschlosser zumeist den Parallelschraubstock.

Man kann hiebei entweder den vorderen Backen beweglich machen, oder — wie es bei einer neueren Bauart geschieht — den hinteren. Letztere zeigt Fig. 47. Der vordere Backen *a* trägt die

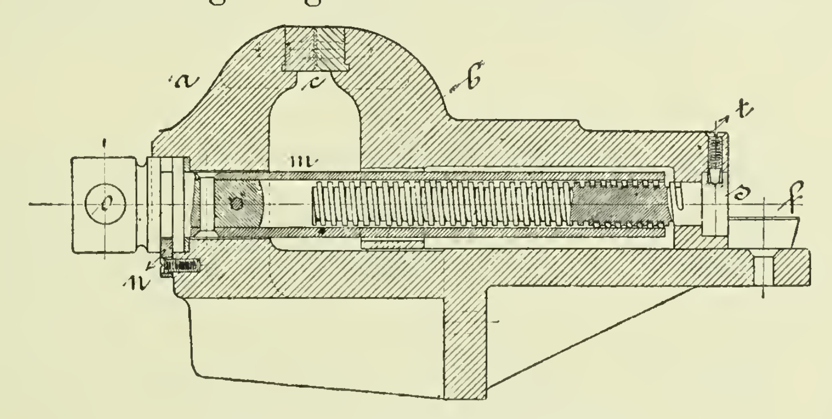


Fig. 47. Parallelschraubstock.

Mutter *m*, die mit einem in eine eingedrehte Nut eingreifenden Segmentstück *n* am Verschieben verhindert wird und mit dem Schlüssel *o* gedreht werden kann. Der Backen *b* ist in einer geschlossenen Prismenführung *f* sicher geführt und mit der Schraubenspindel *s* vermittels der Klemmschraube *t* fest verbunden. Die Maulflächen werden von zwei Stahlleisten *c* gebildet.

Einen Schraubstock, bei dem man die Maulweite schnell einstellen kann, zeigt beispielsweise Fig. 48. Der Hinterbacken *a* ist fest an der Werkbank und der Vorderbacken *b* in einer Höhlung des Hinterbackens geführt; außerdem stützt er sich auf eine Tragrolle *r*, die am Ende eines konsolartigen Gußstückes *c* befestigt ist. In der Höhlung von *c* befindet sich eine Zahnstange *z*, in die ein gezahntes Stück *i* eingreift, das für gewöhnlich durch eine Feder *f* niedergehalten wird. Das Stück *i* steht durch den Hebel *h* und die Gelenkstange *g* mit dem Handhebel *e* in Verbindung; wenn man den Handhebel *e*

aufhebt, so wird das Stück *i* ausgehoben und die Verbindung zwischen dem Vorderbacken *b* mit dem Hinterbacken *a* gelöst. In der Figur ist diese Stellung gezeichnet. Man kann dann von Hand aus die Maulweite beliebig einstellen. Der Vorderbacken *b* selbst ist zweiteilig; er besteht aus den beiden Teilen *b* und *b'*; *b* trägt eine mit dem

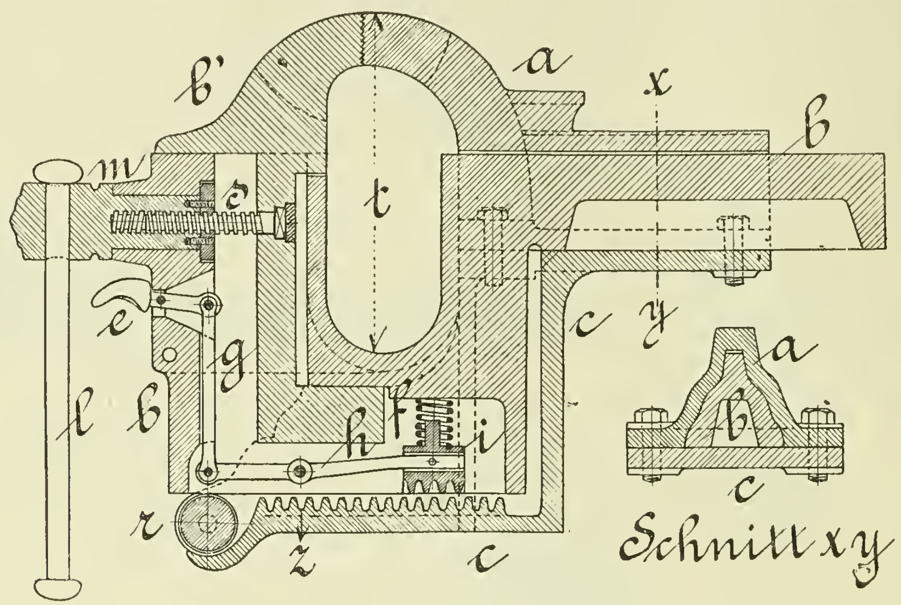


Fig. 48. Hermanns Schraubstock.

Schlüssel *l* drehbare Mutter *m*, während *b'* mit der Schraube *s* verbunden ist. Durch Drehen von *l* wird somit *b'* verschoben und hiedurch das Werkstück festgeklemmt. Ein Vorteil dieses Schraubstockes ist auch die große Maultiefe *t*. Heikle Werkstücke werden beim Einspannen vor Beschädigung geschützt, indem man die geriffelten Maulflächen mit Holz- oder Bleibacken über kleidet

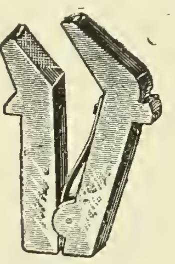


Fig. 49. Reifkloben.

Soll das Arbeitsstück schräg eingeschraubt werden, so bedient man sich des Reifklobens (Fig. 49), der zwischen die Maulflächen eingesetzt wird.

Die Schraubstöcke werden auf der Werkbank befestigt; eine bewährte Konstruktion ist in Fig. 50 wieder

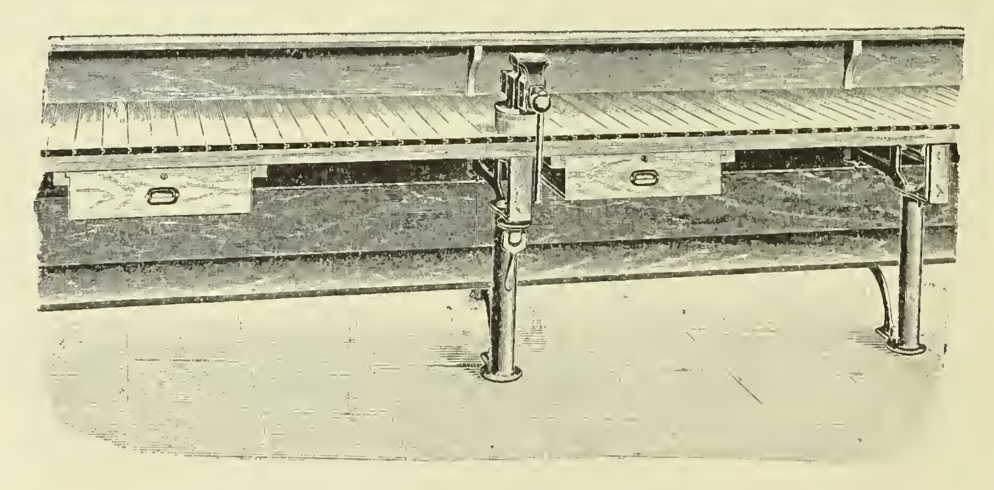


Fig. 50. Werkbank von L. Löwe & Co. in Berlin.

gegeben. Die Bank hat gußeiserne Werkbankfüße, die gleichzeitig zur Befestigung der Schraubstöcke dienen. Die Füße tragen einen kiefernen Bohlenbelag von 5 *cm* Stärke; darauf kommt eine Lage stabförmiger Hölzer aus hartem Ahorn von 2 *cm* Stärke. Am hinteren Ende ist noch ein Konsolbrett angebracht, unten ebenfalls ein durchlaufendes Brett und die nötige Anzahl Schubkasten.

e) Hobelbank, Fügebock, Schnitzelbank.

Die Tischler verwenden auch eine Art von Parallelschraubstöcken, oder vielmehr Schraubzwingen, die an ihrem Werktisch — der Hobelbank — angeordnet sind. Letztere besteht aus einer starken Tischplatte *i* (Fig. 51—55), die auf einem leicht zerlegbaren Gestelle *g* ruht

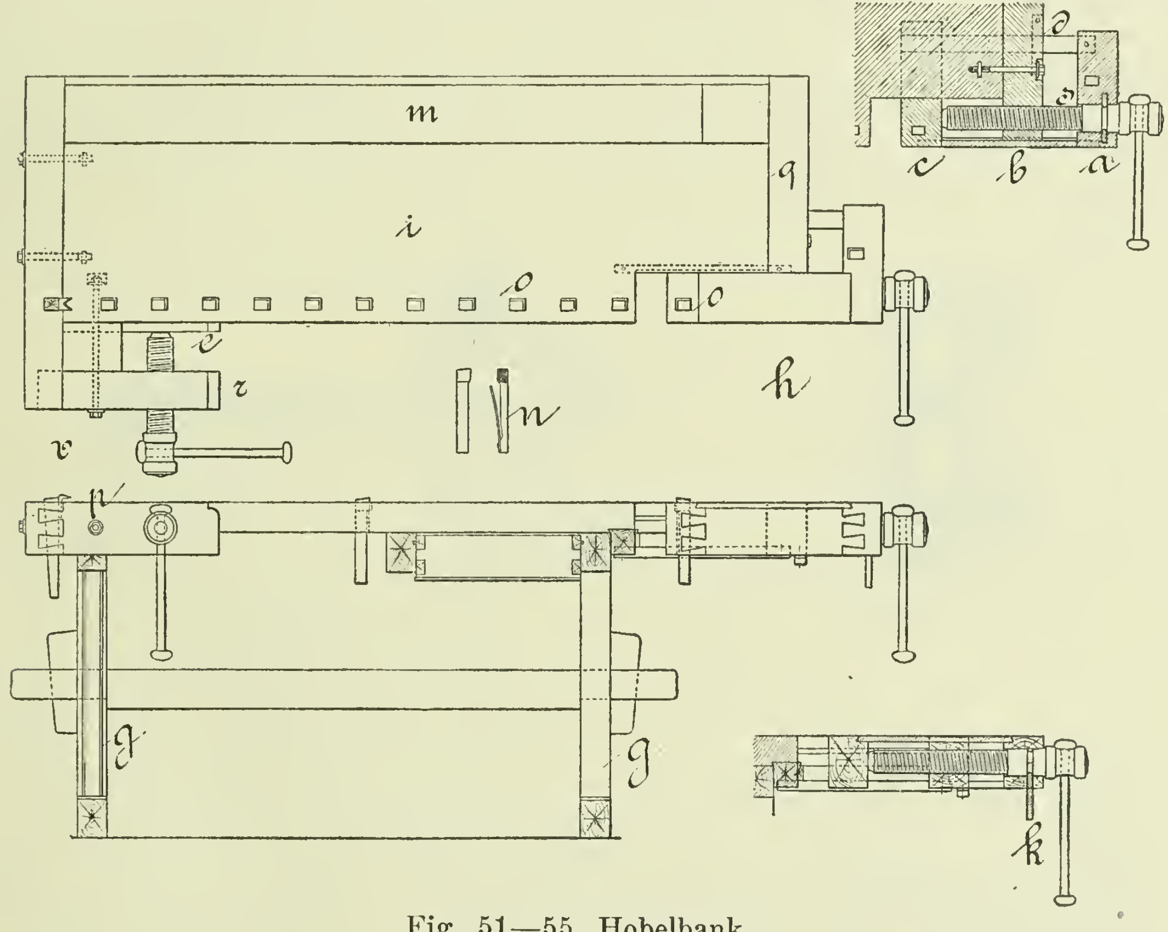


Fig. 51—55. Hobelbank.

und an der zwei Einspannvorrichtungen angebracht sind, nämlich die Vorderzange *v* und die Hinterzange *h*. Die Vorderzange wird durch einen Ansatz des Tisches gebildet, in dem ein rechteckiger Ausschnitt ist. Von vorn ist durch das Holz *r* eine Schraube eingeschraubt, die auf das Zangenbrett *c* drückt. Bei der Hinterzange hat der Tisch einen rechteckigen Ausschnitt und das Muttergewinde für die Schraube *s* ist in das Querholz *q* der Tischplatte eingeschnitten.

Die Schraube *s* ist in einem viereckigen Rahmen *a b c d* gelagert. Im Teile *a* steckt ein Keil *k*, der die Schraube am eingedrehten Halse festhält, der Teil *c* bildet den beweglichen Backen der Zange, *b* und *d* endlich sind Führungsstücke. Um längere Arbeitsstücke auf dem Tische aufliegend einzuspannen, sind noch zwei Bankeisen *n* vorhanden, die in die Löcher *o* des Tisches und der Hinterzange so eingesteckt werden, daß die geriffelten Köpfe etwas vorstehen. Lange Bretter werden beim Hobeln bloß gegen die Klaue *p* angestemmt. Das zweite Bankeisenloch in der Hinterzange dient ebenfalls zum Einspannen langer Stücke. Die in der Tischplatte befindliche Mulde *m* ist zur Aufnahme von Werkzeugen bestimmt.

Der Fügebock (Fig. 56) ist eine Art Schraubzwinge, die mit zwei Füßen *f* auf einem Holzkreuze *k* steht.

Um Bretter in aufrechter Lage einzuspannen, stellt man zwei Fügeböcke in entsprechender Entfernung voneinander auf, legt das Brett hochkantig hinein und hält es mit den Schrauben fest. Man kann so die schmalen Seiten der Bretter behufs Zusammenfügen behobeln.

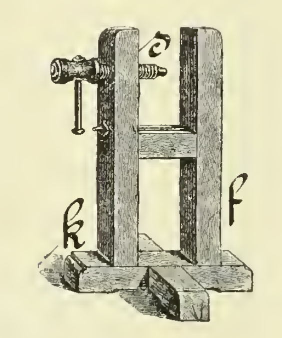


Fig. 56. Fügebock.

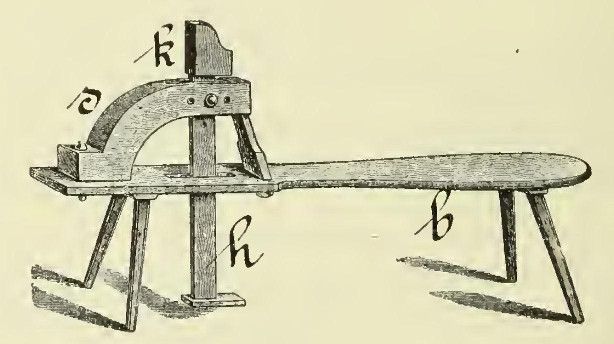


Fig. 57. Schnitzelbank.

Die Schnitzelbank oder Schneidebank Fig. 57 hat ein bankartiges, niedriges Gestell, auf dem der Sattel *s* befestigt ist. Im Sattel sind Löcher für den Gelenkzapfen eines Fußtritthebels *h*, der oben einen starken Kopf hat. Der Zwischenraum zwischen Sattel und Kopf bildet das Maul; der rittlings auf der Bank sitzende Arbeiter kann durch Zurückdrücken des Fußtritthebels darin ein Arbeitsstück festhalten und mit dem Zugmesser bearbeiten.

Dritter Abschnitt.

Arbeiten auf Grund der Verschiebbarkeit der Teilchen.

I. Die Gießerei.

A. Gießerei im allgemeinen.

Sie zerfällt in drei verschiedene Arbeiten, nämlich in das Schmelzen der Metalle, die Herstellung der Form und das Eingießen des geschmolzenen Metalles in die Form.

Gießbar nennt man ein Metall, welches in einer Feuerungsanlage sich in größeren Mengen leicht schmelzen läßt, so dünnflüssig wird, daß es die Form, ohne Blasen zu bilden, gut ausfüllt und beim Erstarren das Volumen wenig ändert. Sehr gut gießbar sind: Gußeisen, Messing, Neusilber, Bronze, Zink, Zinn und Blei. Schwieriger ist es, Stahl zu gießen u. zw. wegen der hohen Schmelztemperatur. Gold und Silber werden nur zu Stäben und Platten gegossen; ebenso Kupfer und Aluminium. Schmiedeisen und Platin sind überhaupt nicht gießbar.

1. Das Schmelzen.

Wir unterscheiden drei Klassen von Schmelzöfen. Bei einer kommt das Metall unmittelbar in das glühende Brennmaterial, bei der zweiten umspülen nur die Flammen das Metall und bei der dritten Klasse befindet sich das Metall in einem Gefäße, ist also vollständig von dem Brennmaterial und der Flamme getrennt.

Die Schmelzöfen teilt man somit ein in:

a) Schachtöfen oder Kupolöfen,

b) Flammöfen,

c) Tiegelöfen und Kesselöfen.

Beim Schmelzen erleidet das Metall Veränderungen. Im Gußeisen verbrennt, wenn es oxydierenden Einflüssen ausgesetzt wird, ein Teil des Siliziums; es muß daher ein Überschuß an Silizium vorhanden sein, sonst werden die Gußstücke zu hart, indem sich weißes Eisen bildet. Bei geschmolzenem Messing verbrennt in der oxydierenden Flamme das Zink und es entsteht eine zinkärmere Legierung. Enthalten die Verbrennungsgase Schwefel, so wird dieser vom geschmolzenen Eisen, Kupfer und von der Bronze aufgenommen. Wird Stahl in kieselsäurehaltigen Tiegeln geschmolzen, so nimmt er Silizium auf. Diese Einflüsse müssen daher bei der Wahl des Schmelzofens und des Brennmaterials berücksichtigt werden, ebenso die Schmelztempe-

ratur der zu schmelzenden Metalle und der Wirkungsgrad des Ofens. Gewöhnlich tritt beim Umschmelzen ein Verlust an dem Gewichte des Metalles ein, den man Abgang oder Abbrand nennt und der dadurch entsteht, daß ein Teil des Metalles oxydiert und mit in die Schlacke geht oder die dem Metalle beigemengten Bestandteile (C, Si) verbrennen; oder endlich ein Teil des geschmolzenen Metalles beim Ablassen oder Eingießen verspritzt.

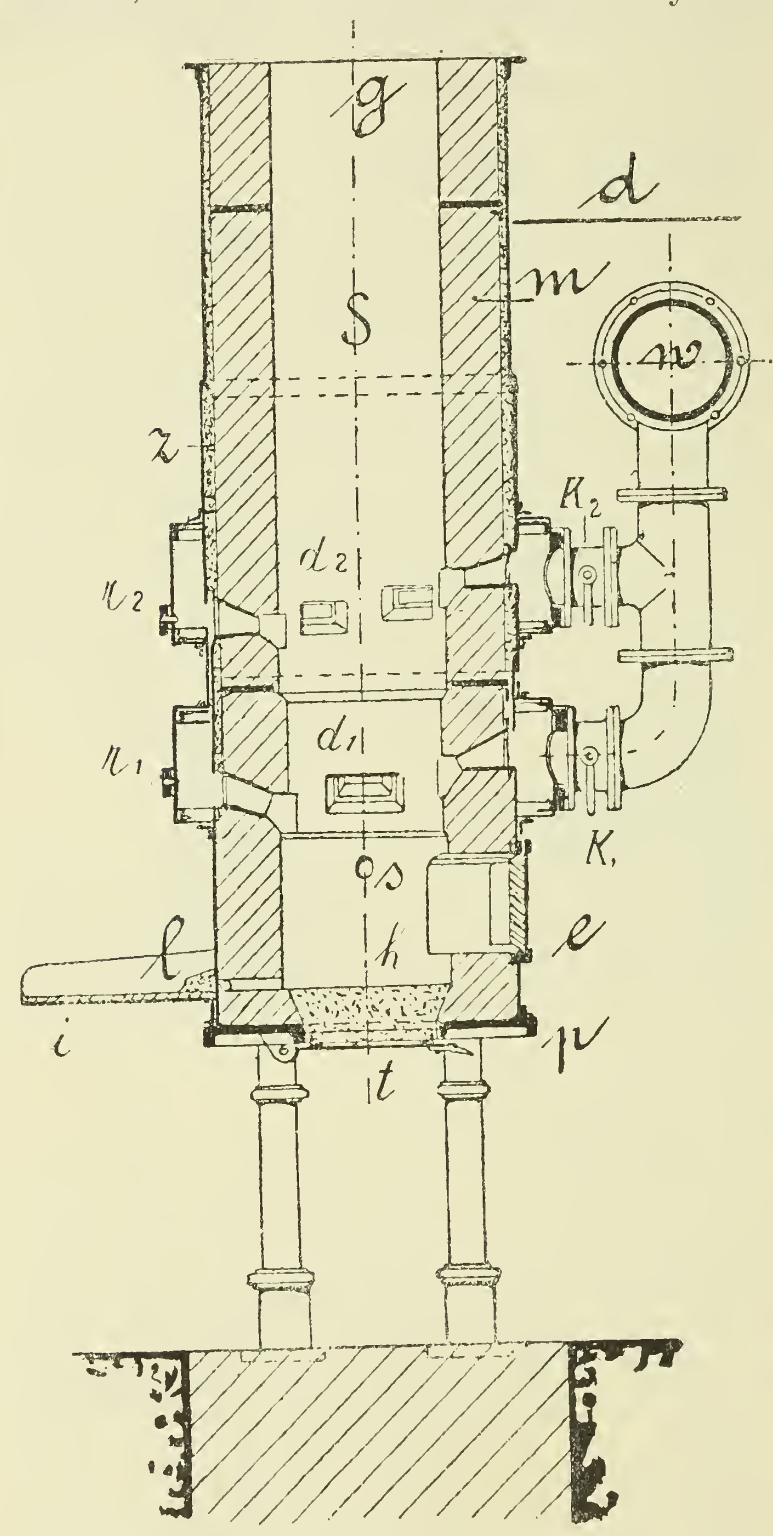


Fig. 58. Kupolofen der Johann Albrechts-Werke in Neustadt in Meckl.

a) D i e K u p o l ö f e n.

Diese haben ihren Namen von der alten Bauart, bei welcher der Ofen mit einer „Kupola“, einem kuppelartigen Gewölbe, überdeckt wurde. Er besteht aus einem vertikalen Schachte, in welchem das Gußeisen, mit Brennmaterial geschichtet, von oben eingetragen und durch Verbrennen des letzteren zum Schmelzen gebracht wird. Die nötige Luft wird durch seitliche Düsen eingeblasen; das geschmolzene Gußeisen sammelt sich entweder unten im Schachte — im Herde — an oder in einem daneben befindlichen Vorherd. Die ältere Bauart ohne Vorherd ist als sogenannter Ireland-Ofen bekannt; I r e l a n d war der erste, der zwei Düsenreihen übereinander anordnete.

Im allgemeinen stellt man an die Kupolöfen folgende Anforderungen: 1. Gleichmäßige Windverteilung, damit eine gleichmäßige Wärmeentwicklung stattfindet; 2. vollständige Verbrennung des Kohlenstoffes zu Kohlensäure, um möglichst wenig Koks zu brauchen; 3. Dauerhaftigkeit des Ofens; 4. Erzeugung eines entsprechend überhitzten flüssigen Eisens, welches die Formen gut ausfüllt.

Als Brennmaterial wird wegen des geringen Nutzeffektes Holzkohle selten mehr verwendet, sondern Koks, und zwar möglichst fester Koks, der den Druck der übereinander gelagerten Eisengichten aushält, ohne zerdrückt zu werden.

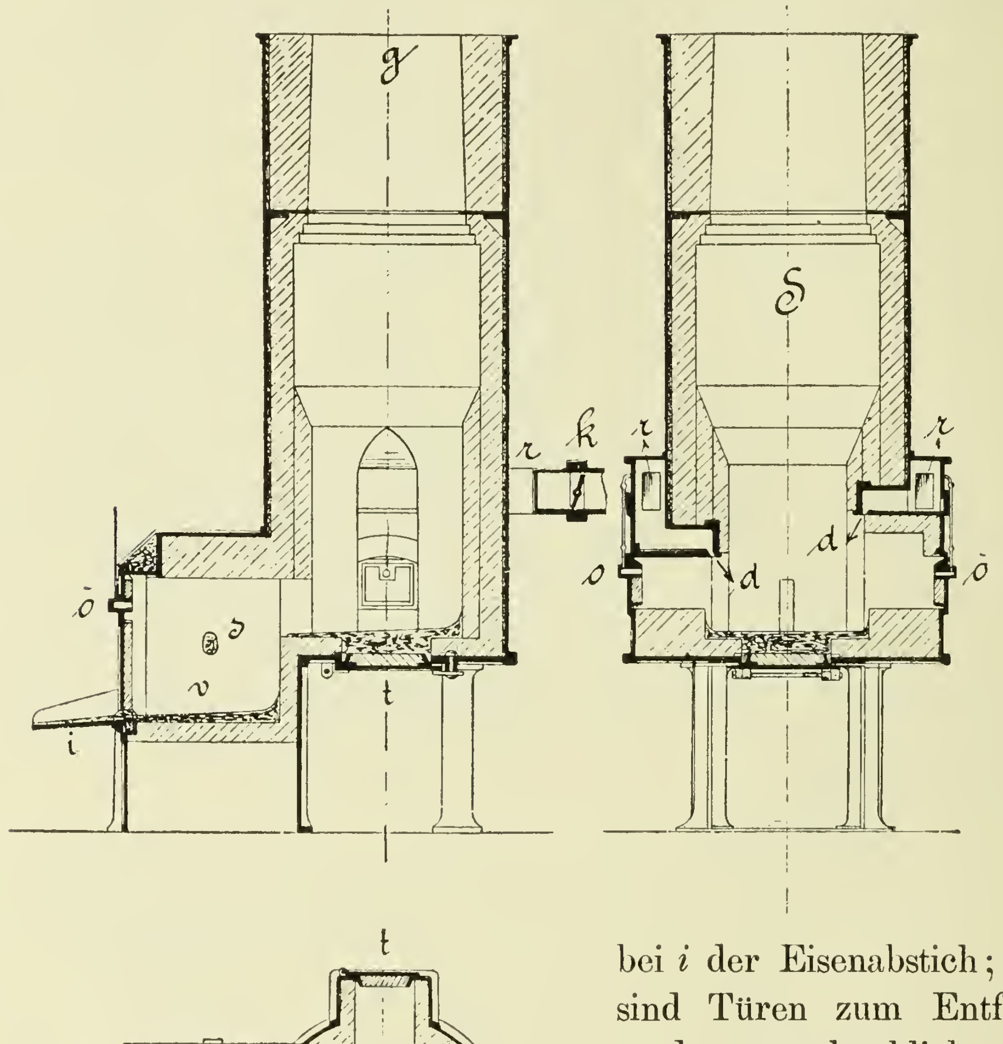
Der Hauptteil des in Fig. 58 dargestellten Kupolofens ist der zylindrische 3—6 *m* hohe Schacht *S*. Durch die obere Öffnung, die G i c h t *g*, wird das Schmelz- und Brennmaterial eingetragen. Am Boden *h* sammelt sich das geschmolzene Metall an und wird dann durch das Stichloch *l* und die Rinne *i* abgelassen. Der Schacht besteht aus einem schmiedeisernen Mantel *m*, welcher mit eigens geformten Chamotteziegeln so ausgemauert ist, daß ein kleiner Zwischenraum *z* verbleibt; hiedurch ist eine freie Ausdehnung des Blechmantels sowohl als des Chamottezylinders ermöglicht. Der ganze Schacht ruht auf einer gußeisernen Platte *p*, die mittels vier Säulen gestützt wird, so daß unten eine Tür *t* Platz findet, die beim Aufklappen das Entfernen der Schlacke erleichtert.

Der Herdboden ist durch eine aufgestampfte Schicht von Chamottemehl, gemischt mit Sand, gebildet. Die zur Verbrennung nötige Luft wird mit einer Pressung von 20 bis 60 *cm* Wassersäule durch die Windleitung *w* zu zwei den Mantel *m* umschließenden ringförmigen Windkammern r_1 und r_2 geführt und von hier aus durch vier, bezw. sechs, in verschiedener Höhe angebrachte Öffnungen *d* — die Düsen — in den Ofen eingeblasen. Durch Verstellung der Klappen k_1 und k_2 wird die zugeführte Windmenge reguliert. Für den Abfluß überflüssiger Schlacke sind zwei gegenüber angeordnete Öffnungen *s* vorhanden und zum Reinigen des Ofens und zum Ausbessern der Innenwandung dient eine Tür *c*. Auf einer Stiege gelangt man zur Gichtbühne *d*, auf welche mittels eines Gichtaufzuges die Brenn- und Schmelzmaterialien hinaufbefördert werden. Über der Gicht schließt sich ein Schornstein an, der entsprechend hoch sein und einen wirksamen Funkenfänger haben muß, weil die Rauchgase einen starken Funkenregen mitführen.

Beim Krigarschen Kupolofen (Fig. 59—61) erfolgt das Niederschmelzen im Schachte *S*, die Ansammlung des geschmolzenen Eisens

in einem Vorherd *v*. Die Luftzuführung, die durch die Klappe *k* geregelt werden kann, geschieht durch zwei spaltartige Düsen *d*, die in verschiedener Höhe in den nach unten zu verengten Schacht münden.

Das Niederschmelzen kann durch die windgekühlten Schaugläser *o* beobachtet werden. Bei *s* erfolgt der Abfluß der Schlacke,



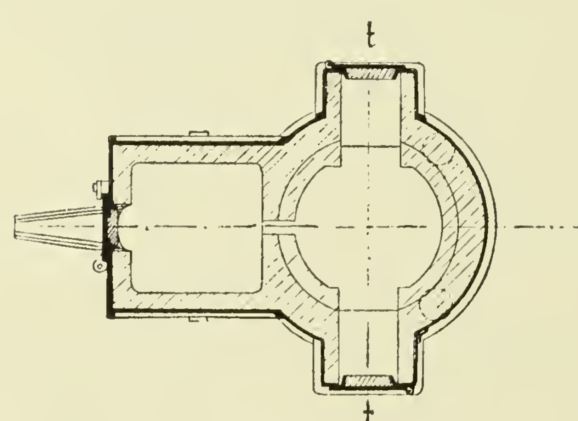


Fig. 59—61. Kriegarscher Kupolofen.

bei *i* der Eisenabstich; bei *t* sind Türen zum Entfernen der zurückgebliebenen Schlacke und zum Ausbessern der Chamotteauskleidung.

Bei diesen Öfen kann es vorkommen, daß das erste Eisen im Vorherd zu stark abgekühlt und nicht verwendbar ist; dagegen scheidet sich im Vorherd die Schlacke besser ab, weil sich das Eisen ruhig ansammelt; ferner ist das Ofeninnere leichter zugänglich. Diese Öfen finden in größeren Betrieben Verwendung.

Einen neueren Kupolofen mit Vorherd zeigen Fig. 62, 63. Der Wind wird durch zwei Klappen k_1 und k_2 zwei ringförmigen Ka-

nälen zugeführt und von da durch zwei Düsenreihen d_1 und d_2 in den Schacht, schräg nach unten gerichtet, eingeblasen. Hiedurch läßt sich das Niederschmelzen besser regulieren, indem man nach Bedarf entweder durch die unteren Düsen d_1 oder die oberen d_2 mehr Luft zuführt.

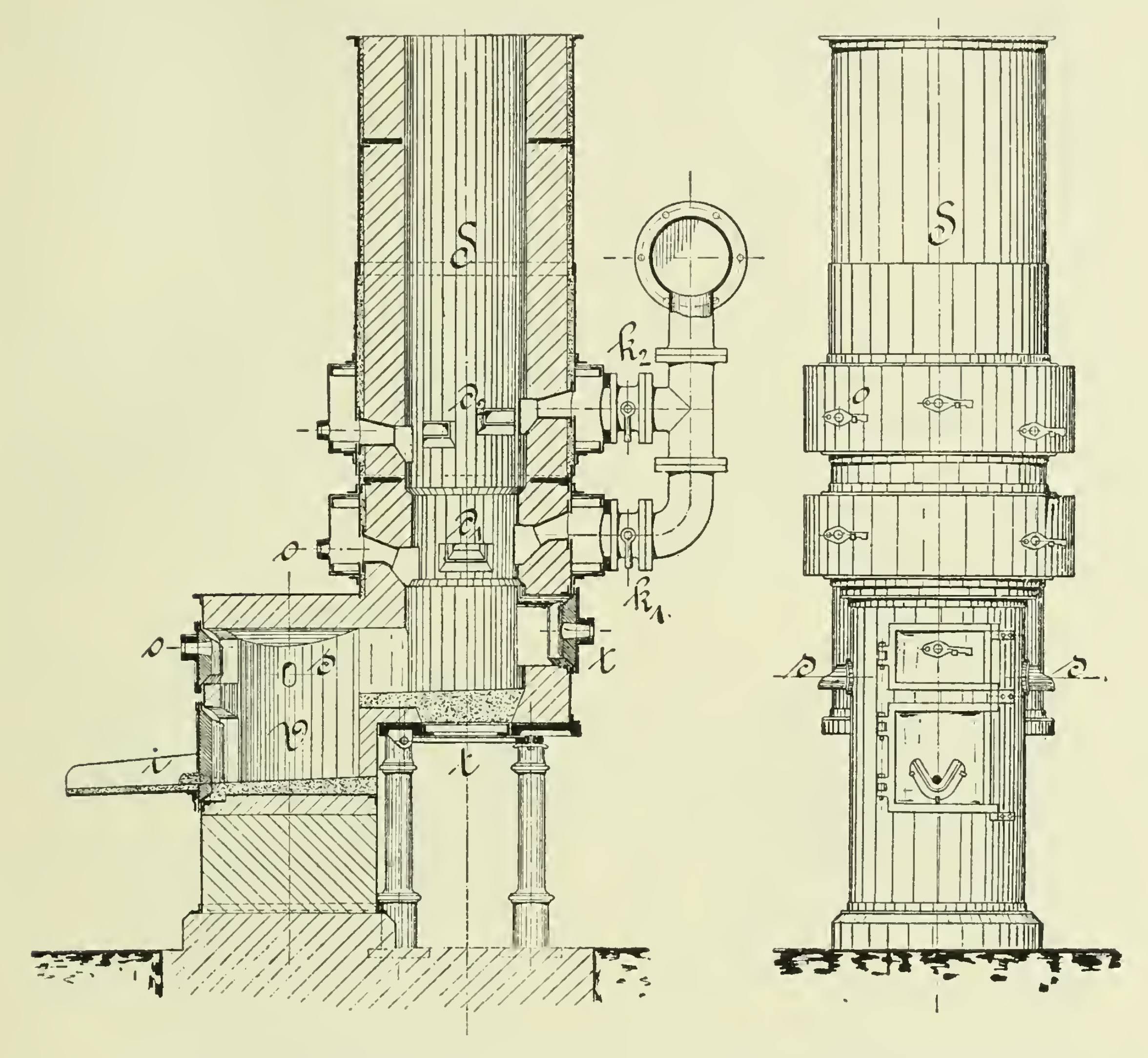


Fig. 62, 63. Kupolofen mit Vorherd der Johann Albrechts-Werke.

Beim Kupolofen von Herbertz (Fig. 64) wird die Luft nicht durch ein Gebläse eingepreßt, sondern infolge der Wirkung eines Dampfstrahles eingesaugt; man braucht also kein mechanisches Gebläse, der Dampfverbrauch ist aber doppelt so groß wie bei anderen Kupolöfen. Indem überdies auch die Leistungsfähigkeit eine wesentlich geringere ist, findet er nur selten Verwendung. Es bezeichnet: *S* den Schacht, *g* die mit einer Glocke verschlossene Gicht, *h* den fahrbaren Herd, *s* die Schrauben zum Heben des Herdes, *e* den regulierbaren Spalt für die Lufteinströmung, *d* das Dampfrohr, endlich *o* die Schaulöcher.

Dimensionen, Leistungsfähigkeit und Nutzeffekt der Kupolöfen.

Den Durchmesser des Schachtes wähle man nicht unter 50 *cm*, mittlere Öfen haben 100 *cm*, die großen bis 250 *cm*. Die Höhe des Schachtes findet man von $2^1/_2$ bis 6 *m* bei großem Querschnitt.

Die Leistungsfähigkeit des Ofens hängt vom Querschnitt und dem Winddruck ab. Man nehme für 100 *kg* stündlich zu schmelzendes Eisen bei

festem Koks	und	400 *mm*	Winddruck	70 cm^2	Querschnitt
„	„	„ 300 *mm*	„	90 cm^2	„
minderem	„	„ 200 *mm*	„	110 cm^2	„

Zu Beginn wird behufs Anheizens der halbe Schacht mit Füllkoks oder Ansatzkoks beschickt, dann kommen abwechselnd Eisengichten und Schmelzkoks, und zwar bei einem Schachtdurchmesser von

50 bis 60 *cm*	und	1500 bis 3000 *kg*	Fassungsraum	Eisengichten	bis 200 *kg*
80 „ 120 „	„	8000 „ 16000 „	„	„	„ 260 „
150 „ 250 „	„	25000 „ 35000 „	„	„	„ 500 „

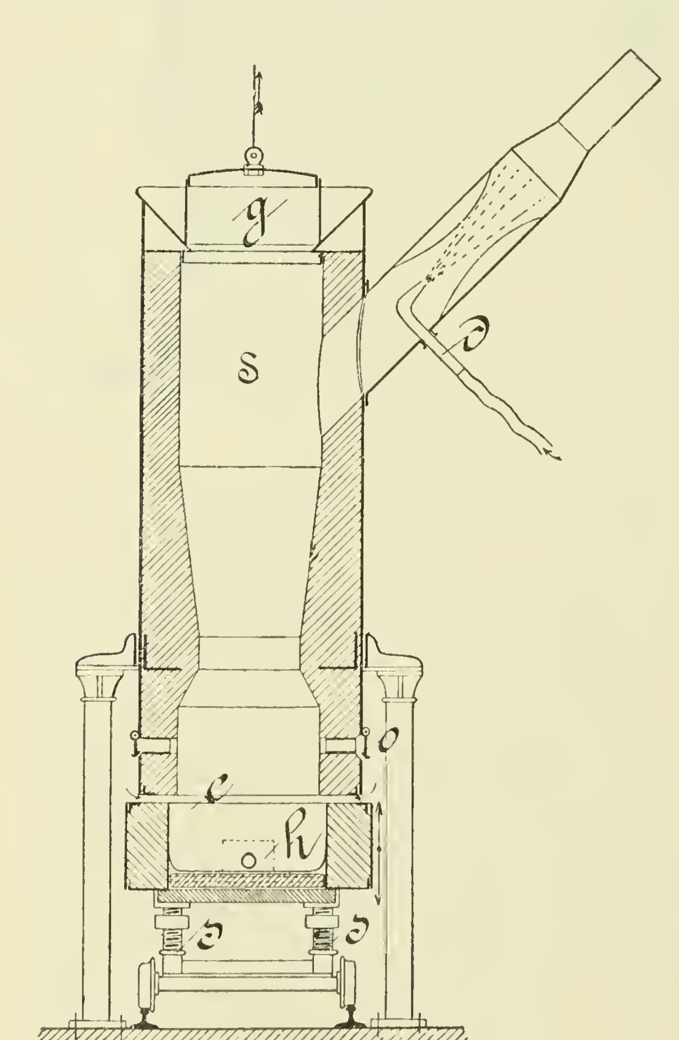


Fig. 64. Kupolofen von Herbertz.

Der Gesamtkoksverbrauch beträgt 6—14 *kg* auf 100 *kg* Eisen, woraus sich dann der Nutzeffekt des Ofens berechnen läßt.

Z. B. um 10.000 *kg* Eisen zu schmelzen, braucht man zum Anheizen 400 *kg* Füllkoks; ferner für jedes 100 *kg* Eisen 6 *kg* Schmelzkoks; der Abbrand sei 10%. Somit braucht man für 100 *kg* Eisen

$$(4 + 6)\frac{100}{90} = 11{\cdot}1 \ kg \text{ Koks.}$$

Wenn zum Schmelzen von 1 *kg* Eisen 250 Wärmeeinheiten gebraucht werden und der Brennwert des Koks 7000 Kalorien ist, so ergibt sich der Nutzeffekt

$$\eta = \frac{100 \,.\, 250}{11{\cdot}1 \,.\, 7000} = 0{\cdot}32.$$

Zur Bildung einer Schlacke setzt man 3—4% vom Eisengewicht Kalk zu. Das Schachtfutter macht man 15—30 *cm* dick, der Herdboden wird 20 *cm* dick mit Masse aufgestampft, mit einer Neigung gegen das Stichloch.

Die zur Zuführung der Luft angebrachten Düsen haben $^1/_8$—$^1/_2$ des Schachtquerschnittes und stehen in einer Reihe oder in mehreren Reihen übereinander, die unterste bei Koks 50—85 *cm* über dem Herdboden. Die nötige Luftmenge wird mittels Kapselgebläsen oder seltener mit Hochdruckventilatoren zugeführt und man kann auf 1 *kg* Koks 10 Kubikmeter Luft rechnen; man muß stets reichlich Luft zuführen, um eine vollständige Verbrennung zu erzielen.

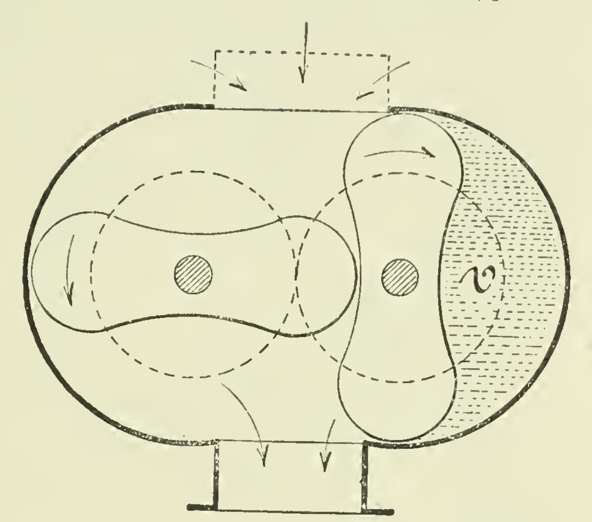
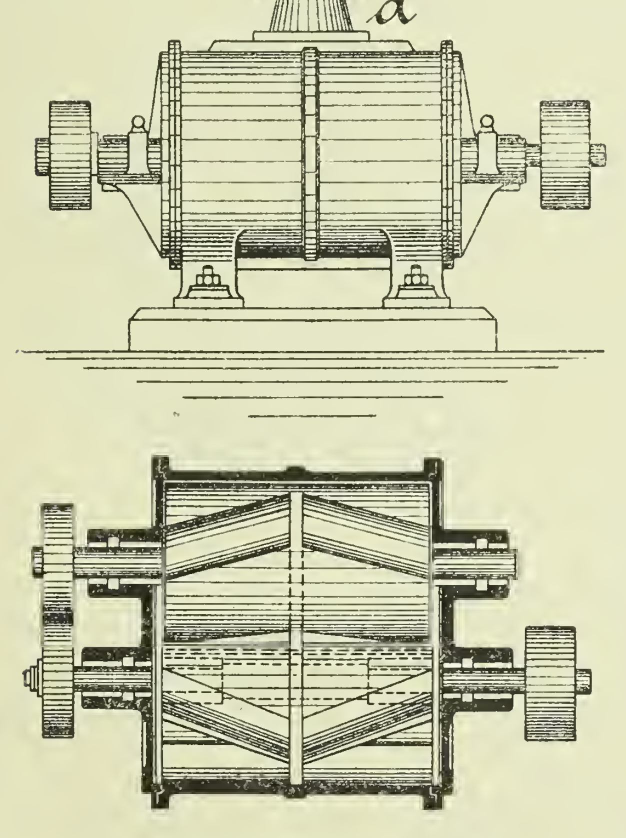


Fig. 65. Root's Kapselgebläse.



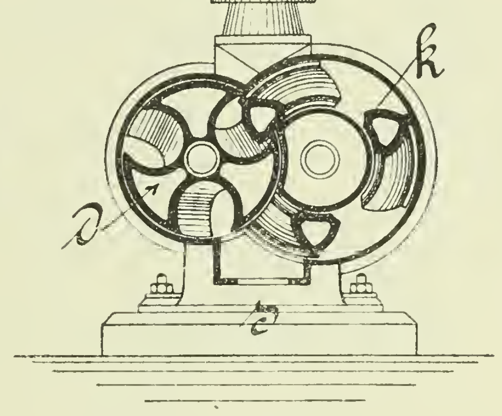


Fig. 66. Schraubengebläse.

Die Luftpressung beträgt 400 *mm* Wassersäule und mehr. Behufs Erzielung eines guten Nutzeffektes ist es nötig, einen dichten, festen Koks zu verwenden, damit man mit hoher Windpressung arbeiten kann.

Die Kapselgebläse wurden von dem Amerikaner Root zuerst eingeführt (Root's blower wurde 1866 patentiert) und zeigten in der ersten Ausführung zwei achterförmige Flügel (Fig. 65). Seither sind diese Gebläse verbessert worden und es ist beispielsweise in Fig. 66 ein Hochdruck-Schraubengebläse von Krigar und Ihssen in Hannover dargestellt. In einem

zylinderförmig ausgehöhlten Gehäuse rotieren drei Kolbenflügel *k*, die schraubenartig gewunden sind; sie drücken die Luft nach dem Austrittstutzen *a*, während eine Dichtungswalze *d* den Rücktritt der bewegten Luft von der Druckseite *a* zur Saugseite *s* verhindert. Die Dichtungswalze besitzt Hohlkehlen, in welche die Kolbenflügel einpassen, und indem letztere infolge der schraubenförmigen Gestalt allmählich eintreten, wird das stoßweise Verdrängen der Luft und das damit verbundene unangenehme Geräusch zum Teil verhindert. Gehäuse und Flügel sind aus Eisen hergestellt und so genau ineinander gepaßt, daß eine früher verwendete plastische Dichtungsmasse oder Filzdichtung nicht mehr nötig ist, die Teile also vollständig reibungsfrei im Gehäuse laufen.

Der Wirkungsgrad der Kapselgebläse kann mit $\eta = 0{\cdot}75$ angenommen werden. Die Leistung ergibt sich daraus, daß jeder Flügelarm bei einer Umdrehung das Volumen *v* schöpft (Fig. 65), somit Roots-Gebläse bei *n*-minutlichen Drehungen ein Luftvolumen von $4\ v\ .\ n$ fördert.

Schleudergebläse (Ventilatoren), die man beim Kupolofenbetrieb mitunter auch in Verwendung findet, sind nicht so vorteilhaft, weil die Windpressung bei größerem Widerstande im Ofenschacht nicht steigt, während das Kapselgebläse mit um so größerem Drucke arbeitet, je dichter sich der Einsatz im Ofenschacht übereinanderschichtet.

Tabelle über das Hochdruckgebläse von Krigar und Ihssen.

Für Windpressungen bis 1 *m* Wassersäule.				
Nr. des Gebläses	m^3 per Minute	Touren per Minute	für Kupolofen: stündliche Schmelzung in *kg*	für Kupolofen: lichter Durchmesser in *mm*
G. 3	14	330	450	500
„ 4	20	375	1000—1250	500— 600
„ 5	30	375	2000—2500	600— 650
„ 7	60	330	4000—4500	700— 750
„ 9	100	275	6000—6500	900—1000

b) Flammöfen.

Flammöfen werden mit Rostfeuerung und mit Gasfeuerung ausgeführt; letztere kommt aber nur bei der Erzeugung des Martinflußeisens in Anwendung, wobei wegen der hohen Schmelztemperatur dieses Metalles die Siemensfeuerung nötig ist, die bei ununterbrochenem Betriebe auch den Vorteil eines höheren Wirkungsgrades bietet. In

Gießereien findet der Flammofen hauptsächlich nur zum Schmelzen großer Mengen von Bronze für Glocken, Monumente und Kanonen, sowie zum Einschmelzen großer Stücke von Gußeisen, z. B. zerbrochener Walzen, Verwendung; da hiebei der Ofen immer nur auf kurze Zeit in Betrieb kommt und dann wieder erkaltet, so würde mit Gasfeuerung keine Ersparnis erzielt werden, zumal die Einrichtung derselben viel teurer ist, als gewöhnliche Rostfeuerung.

Einen zum Einschmelzen großer Eisenmengen verwendeten Flammofen mit gestrecktem Herd zeigt Fig. 67. Auf dem Roste *r* wird Steinkohle verbrannt. Die Flamme zieht über die Feuerbrücke *f*, über den Herd *h*, weiter durch den Fuchs in die Esse *s*. Die zu schmelzenden Eisenstücke werden durch die seitliche Tür *t* eingetragen. Indem die durch den Fuchs abziehenden Heizgase noch eine Temperatur von 1000° haben, ist der Wirkungsgrad sehr gering.

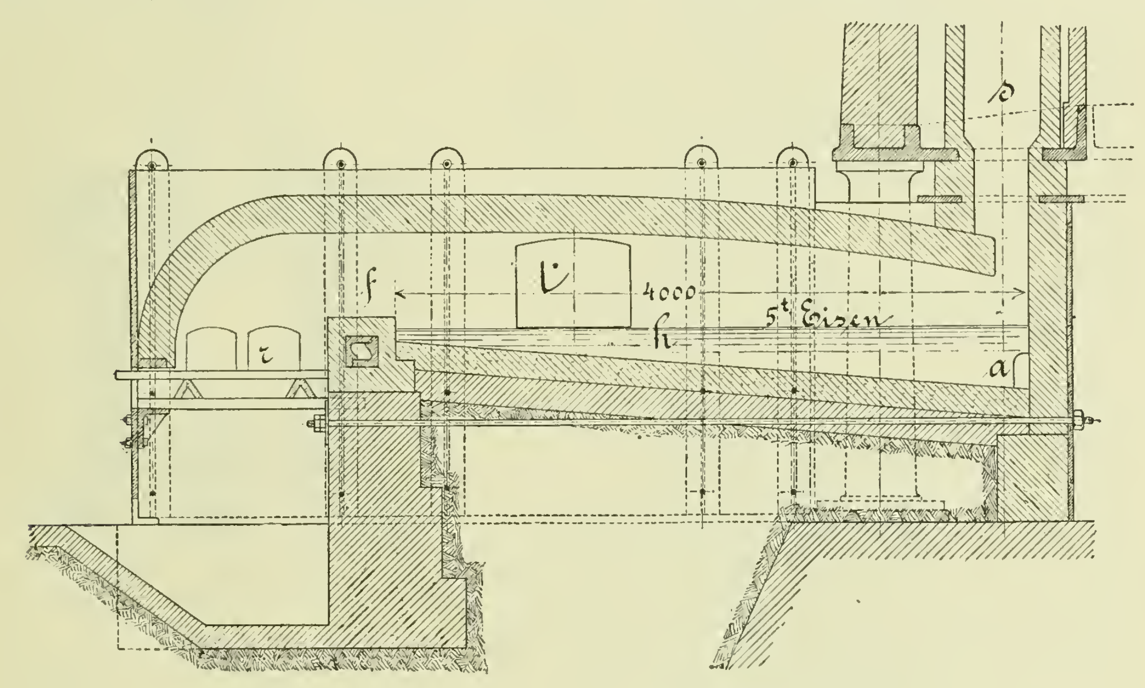


Fig. 67. Flammofen mit gestrecktem Herd.

Auf 100 *kg* Eisen rechnet man 60 *kg* Steinkohle, so daß η etwa nur 0·06 beträgt. Da die über das geschmolzene Eisen hinstreichende Spitzflamme eine oxydierende Wirkung ausübt, kann man das Eisen entkohlen, von Silizium und Mangan reinigen, also ein sehr zähes Material herstellen.

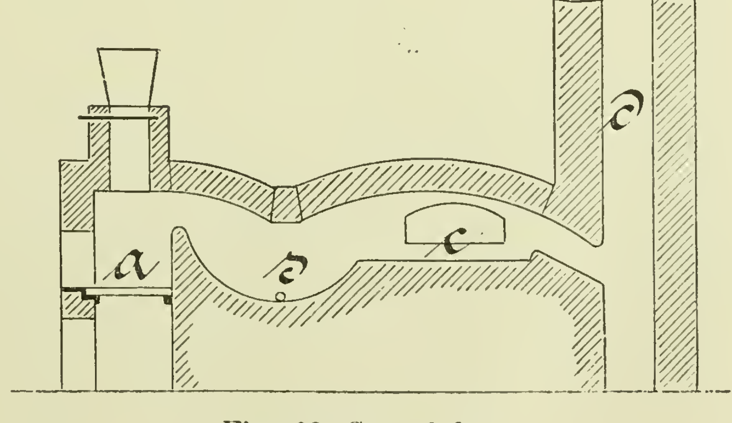


Fig. 68. Sumpfofen.

Einen Flammofen mit vertieftem Herd zeigt Fig. 68. Das auf dem Herde *c* geschmolzene Metall sammelt sich im Sumpfe *s* und ist gegen Oxydation geschützt, wenn eine schwelende Flamme, die keinen Überschuß an Sauerstoff hat, darüberstreicht. Er dient zum Einschmelzen von Bronze und wird mit Holz geheizt; man benötigt zum Schmelzen von 100 *kg* Bronze etwa 40 *kg* trockenes Holz.

c) Tiegel- und Kesselöfen.

Unter Tiegel versteht man feuerfeste, aus einem Gemenge von Ton und Graphit hergestellte Gefäße, in welchen Metalle mit höheren Schmelztemperaturen geschmolzen werden, die vor der Einwirkung des Brennstoffes geschützt werden müssen. Zu diesen Metallen gehört Stahl, Kupfer, Nickel, Messing, Neusilber, Silber und Gold; aber auch Gußeisen und Bronze wird darin geschmolzen, wenn nur geringe Mengen gebraucht werden. Der Graphitgehalt (20—70%) erhöht die Feuerbeständigkeit der Tiegel und vermindert das Schwinden, also die Gefahr des Reißens, dem der feuerfeste Ton beim Brennen ausgesetzt ist. Zum Heizen der Tiegelöfen benützt man entweder festen oder gasförmigen Brennstoff.

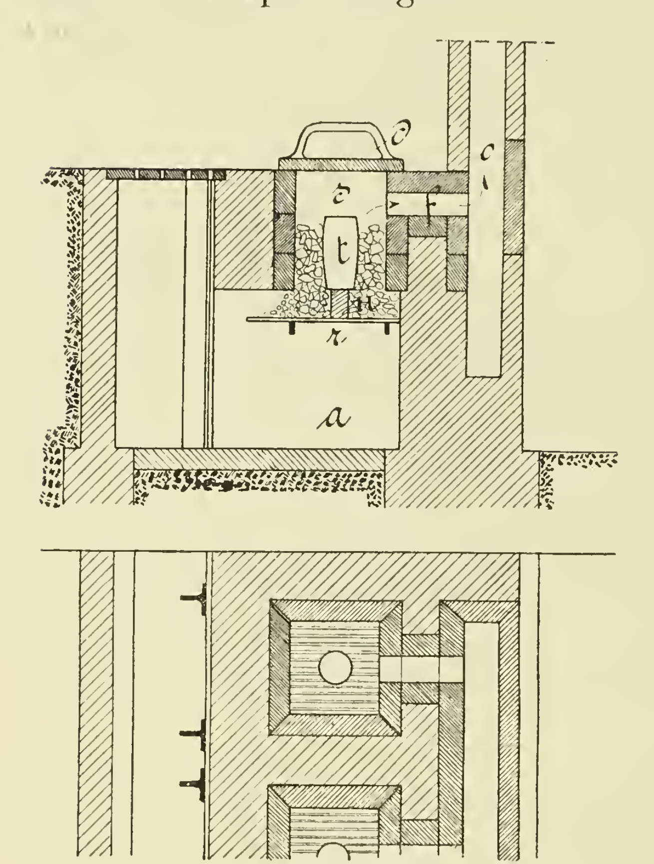


Fig. 69. Gewöhnlicher Tiegelofen.

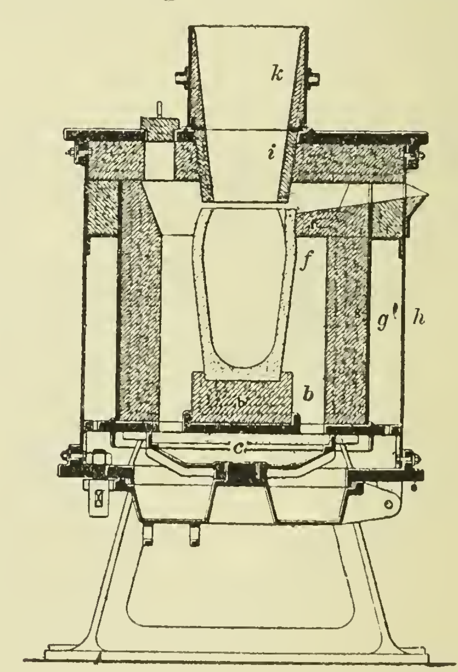


Fig. 70. Kippbarer Tiegelofen.

Ein gewöhnlicher Tiegelofen mit Koksheizung besteht (Fig. 69) aus einem Schacht *s*, dessen Boden ein Rost *r* bildet. Unter dem Rost ist der Aschenfall *a*. Oben ist ein Deckel *d* aufgesetzt. Seit-

wärts ziehen durch einen Fuchs *f* die Rauchgase in den Schornstein *o* ab. Auf dem Roste steht auf einem feuerfesten Untersatze *u* der Tiegel *t*, in welchen das zu schmelzende Metall eingetragen wird. Als Brennmaterial dient Koks, welcher den Schacht ringsum den Tiegel ausfüllt. Beim Einschmelzen von Eisen hält ein Tiegel bis 16 Güsse aus, bei Messing bis 40. Neue Tiegel sind aber vor dem Gebrauche erst gründlich auszutrocknen und vorzuwärmen.

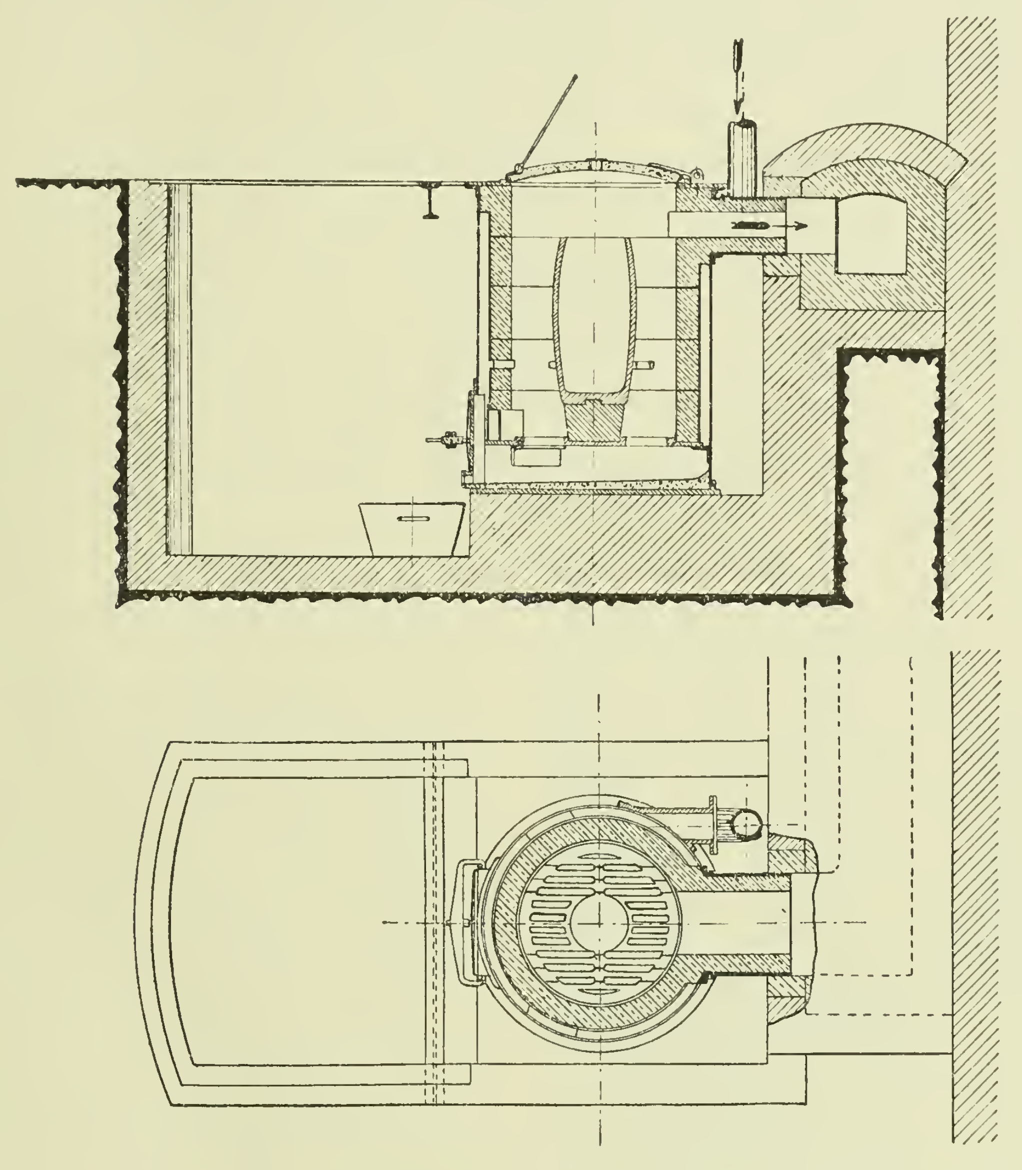


Fig. 71. Stationärer Tiegelschmelzofen von Krigar und Ihssen in Hannover.

Der Verbrauch an Brennmaterial ist bei Tiegelöfen ein sehr großer; so braucht man für 100 *kg* Messing 35 *kg* Koks, für 100 *kg* Eisen 100 *kg* Koks, woraus sich ein Wirkungsgrad von 0·03 bis 0·05 berechnet. Ist die Schmelztemperatur des zu schmelzenden Metalles niedrig, so besteht zwischen den Heizgasen und dem Metall ein großer Temperaturunterschied; es wird somit mehr Wärme durch die Tiegelwandung hindurchgeleitet und der Wirkungsgrad ist ein besserer, als wenn das Metall eine hohe Schmelztemperatur hat.

Der kippbare Reform-Tiegelofen von Hammelrath (Fig. 70) kennzeichnet sich durch die Anwendung künstlichen Zuges, der mit einem Gebläse erzeugt wird. Der Ofen ist wie eine Bessemerbirne mittels zweier hohler Drehzapfen in einem Gestelle drehbar gelagert; die Luft wird durch diese hohlen Zapfen in den zwischen den beiden Blechmanteln *g* und *h* vorhandenen Raum eingeführt und vorgewärmt, gelangt dann in die Windkammer unter den Rost *c* und von hier in den mit Koks gefüllten Schacht. Der Tiegel steht auf dem Untersatz *b* und wird auch noch oben an drei Stellen durch die Steine *f* gehalten. Rechts oben ist die Auslaufschnauze und oben in der Mitte ein Vorwärmer *i k*, durch welchen die Heizgase entweichen. Dieser Vorwärmer wird mit so viel zu schmelzendem Reservematerial beschickt, daß die Gesamtbeschickung den Tiegel bis zum Rande mit flüssigem Metall füllt. Das Einschmelzen von 100 *kg* dauert 40—60 Minuten bei Eisen, 25—40 Minuten bei Messing und 45—90 Minuten bei Stahl. Nach ausgeführter Schmelze wird der Ofen gekippt und das Metall in eine vorgewärmte Gießpfanne oder einen Tiegel ausgegossen. Der Ofen wird sofort von neuem beschickt, so daß bei ununterbrochenem Betriebe täglich 2000 *kg* Messing geschmolzen werden können.

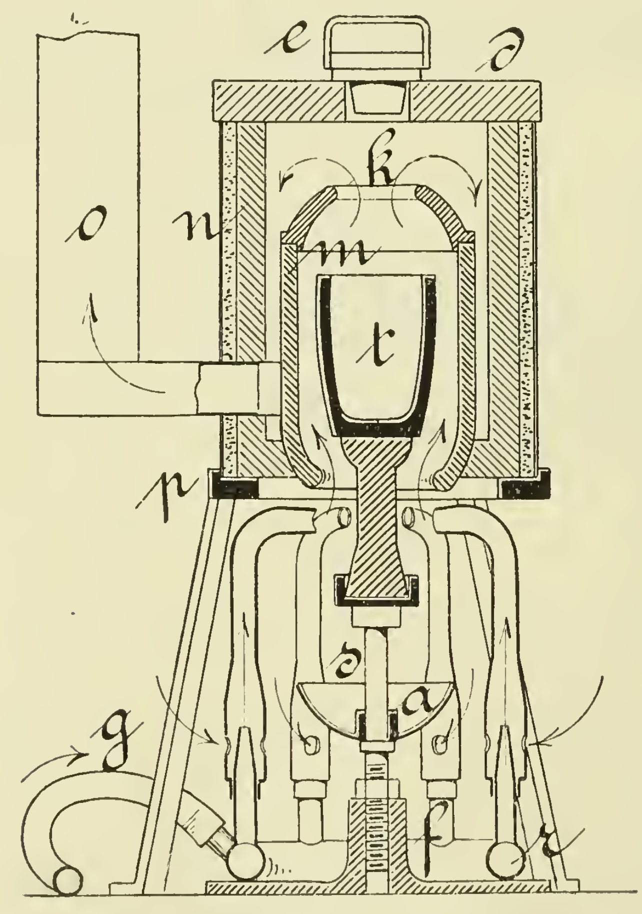


Fig. 72. Perrotscher Gastiegelofen.

Die Firma Krigar und Ihssen baut sowohl stationäre (Fig. 71) wie auch kippbare Tiegelöfen mit künstlicher Windzuführung. Selbe werden für 50 bis 300 *kg* Fassung ausgeführt. Der Wind tritt teils von unten durch den Rost, teils seitlich durch tangential gerichtete, über dem Roste liegende Kanäle in den Ofen ein.

Der Windkasten unterhalb des Ofens ist vorn mit einer Tür abgeschlossen. Brennt ein Tiegel durch, so fließt das flüssige Metall durch den Rost auf den gegen die Tür abschüssig angelegten Boden der Windkammer und durch eine kleine Öffnung in der Tür in ein untergestelltes Gefäß. Der Koksverbrauch beträgt 20 bis 35% des zu

schmelzenden Metalles, das Herunterschmelzen eines Einsatzes dauert 30—46 Minuten.

Der Perrotsche Gas-Tiegelofen Fig. 72 wird von Goldarbeitern zum Schmelzen von Edelmetall benützt. Der kleine Tiegel *t* steht auf einem Untersatz aus feuerfestem Ton, letzterer wiederum auf einem Säulchen *s*, das sich in der Hülse des Fußes *f* höher und tiefer einstellen läßt. An dem eisernen Säulchen *s* ist noch eine Schale *a* angebracht, um beim Umkippen oder Reißen des Tiegels das Metall aufzufangen. Von dem ringförmigen Gasrohr *r*, das mit dem Schlauche *g* an die Gasleitung angeschlossen ist, gehen eine Anzahl Bunsenbrenner aus, die so gerichtet sind, daß die Flammen den Tiegel in Schraubenwindungen umspülen. Damit die Flamme zusammengehalten werde und der glühende Tiegel vor Wärmeausstrahlung geschützt wird, umgibt ihn ein Mantel *m* aus feuerfestem Ton. Oben ist der Austritt der Flamme durch eine kleine Kuppel *k* verengt; die Verbrennungsgase werden noch durch den Außenmantel *n* zusammengehalten und um den Mantel *m* herumgeführt, ehe sie durch das Blechrohr *o* zum Kamin geleitet werden. Der Außenmantel steht auf einem Dreifuß *p* und ist oben mit einem Deckel *d* abgedeckt, der in der Mitte eine Schauöffnung hat, die durch den Deckel *e* verschlossen ist.

Mit dem Ofen lassen sich in einer halben Stunde 400—500 *g* Goldlegierung schmelzen.

K e s s e l ö f e n. Der Schmelzkessel ist ein gewöhnlich halbkugelförmiges, gußeisernes Gefäß, welches, wie Fig. 73 zeigt, mit mehreren Pratzen auf dem Ofenmauerwerk aufruht. Unter dem Kessel *k* ist der Rost *r* für die Kohle- oder Holzfeuerung. Die Rauchgase werden durch einen Zug *z* um den Kessel herumgeführt und dann in den Schornstein *s* geleitet. Das Material des Kessels gestattet nur den Gebrauch für leicht schmelzbare Metalle, also Zinn, Zink und Blei und der Legierungen des Zinnes mit Blei, Antimon und Wismut. Indem hier zwischen dem Feuerraum und dem geschmolzenen Metalle ein großes Temperaturgefälle vorhanden und überdies die Kesselwandung ein guter Wärmeleiter ist, so erzielt man einen Wirkungsgrad bis zu $\eta = 0{\cdot}15$.

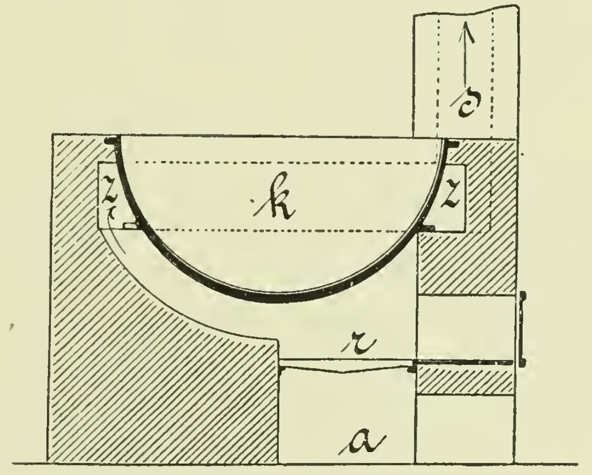


Fig. 73. Kesselofen.

2. Das Formen.

An eine Gußform werden verschiedene Anforderungen gestellt. Im allgemeinen muß sie genügend fest sein, um dem einfließenden Metalle zu widerstehen und so einen scharfen Abguß zu geben; sie muß eine oder mehrere Eingußöffnungen haben und auch Windpfeifen für das Entweichen der Luft, ferner dem Schwindmaße des Metalles entsprechend größer sein. Anderseits müssen größere Kerne, welche im Gußstück Höhlungen zu bilden bestimmt sind, genügend nachgiebig sein, damit der Abguß ohne zu reißen schwinden kann.

Im besonderen muß für Eisenguß, welcher nachher bearbeitet werden soll, die Form einen schlechten Wärmeleiter bilden, damit keine dicke Gußhaut entsteht; für Hartguß hingegen wird sie absichtlich aus einem guten Wärmeleiter hergestellt.

Selbstverständlich ist es wichtig, daß eine Gußform sich einfach, schnell und billig herstellen läßt, besonders wenn sie nur einem Abgusse dient und dann zerschlagen wird, also eine verlorene Form ist. Bei bleibenden Formen, die für viele Abgüsse dienen, können die Herstellungskosten hoch sein.

Das Material für die verlorenen Formen ist Sand, Lehm, Ton und Schamotte. Formsand enthält 75—85% feinen Quarzsand, 5—13% Lehm und Ton, weniger als $2^1/_2$% Kalk und Magnesia, nicht über 0·75% Soda und Pottasche, weniger als 5% Eisenoxyde und 4% gebundenes Wasser. Für Messingguß kann er noch mehr Eisen und Kalk enthalten.

Der Formsand muß bildsam, durchlässig und rein von leicht schmelzbaren Stoffen sein. Bildsam ist ein feiner Sand, der sich scharf und rauh anfühlt, etwas Ton beigemischt hat und so viel Wasser enthält, daß er sich in der Hand zu einem festen Klumpen ballen läßt, ohne daran zu kleben. Findet man in der Nähe der Gießerei keinen geeigneten Sand, so wird grober Sand auf Kollergängen zu einem feinen Sandmehl zermahlen und mit Ton gemischt. Durchlässig ist ein Sand von gleichmäßiger Korngröße, der keine staubförmigen Teilchen und nur wenig Ton enthält. Damit der Formsand am Gußeisen nicht anbäckt, mischt man gemahlene Steinkohle darunter; dieses Steinkohlenpulver entwickelt beim Eingießen des geschmolzenen Metalles Gase, die das Gußstück einhüllen und hiedurch auch vor zu schneller Abkühlung schützen.

Das Eingießen des geschmolzenen Metalles erfolgt in die nasse Form.

Der Kernsand, der ein sehr feiner, wenig Lehm enthaltender Quarzsand sein soll, wird mit pulverisiertem Kolophonium und Mehl

gemischt, auch mit Leinsamenöl; die auf diese Weise hergestellten und getrockneten Kerne sind für die Gase sehr durchlässig. Enthält der Kernsand mehr als 5% Lehm und Tonerde, so bäckt er beim Trocknen zu stark zusammen und läßt die Gase nicht entweichen.

Die Masse oder der fette Sand enthält so viel Ton, daß die Form getrocknet werden kann, ehe der Einguß erfolgt.

Der Lehm ist ein Gemenge von Ton und Sand; die daraus hergestellten Formen werden scharf getrocknet.

Das Material für die bleibenden Formen ist Metall, Stein, Gips, Holz, Pappe und Papier.

Die Herstellung der Form geschieht entweder mittels Modell oder mittels Schablone und verschiedenen Hilfswerkzeugen zum Ausbessern und Glätten (Fig. 74). *a* ist ein Löffel, *b* ein Poliereisen,

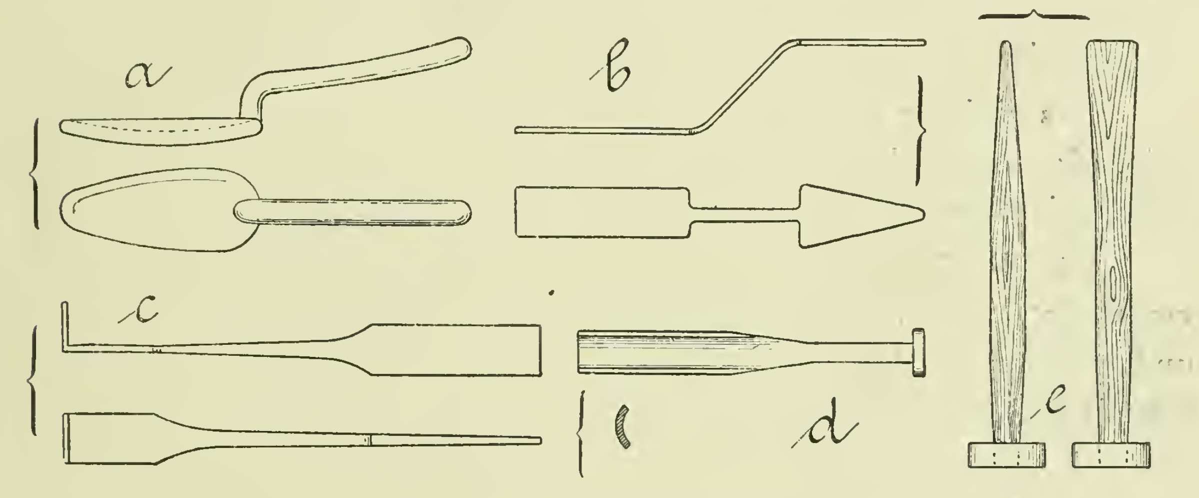


Fig. 74. Gießereiwerkzeuge.

c und *d* sind Spatel mit rechtwinkligem Ansatz, *e* ein Stampfer zum Feststampfen des Sandes. Ein Handspiegel dient zum Beleuchten tiefer Höhlungen, ein Wassergefäß mit Pinsel zum Benetzen der scharfen Kanten der Sandform, dünne Drahtstifte zum Befestigen solcher Kanten, gerade und gebogene Nadeln zum Einstechen von Windkanälen, ein Hammer zum Lockern des Modells, ehe es aus dem Formsand ausgehoben wird u. s. w.

Das Einformen erfolgt entweder im Boden oder Herd der Gußhütte oder in Formkasten (Flaschen); man unterscheidet somit Herdformerei und Kastenformerei. Um im Herd einformen zu können, muß der Boden der Gußhütte entsprechend hoch über dem Grundwasserspiegel liegen und für die sich entwickelnden Gase durchlässig sein. Es wird daher der Untergrund aus einer Lage von Schotter und grobem Kies gebildet und darauf eine Schicht von Formsand gegeben.

Die **Modelle** sind dem Schwindmaße entsprechend größer herzustellen. Das lineare Schwindmaß beträgt bei Gußeisen etwa $^1/_{100}$, bei Messing $^1/_{65}$, bei Blei $^1/_{92}$, bei Bronze je nach der Zusammensetzung der Legierung $^1/_{63}$—$^1/_{130}$. Damit der Modelltischler auf die Zugabe des Schwindmaßes nicht vergißt, hat er eigene Schwindmaßstäbe; sein Metermaß ist z. B. 101 *cm* lang.

Das Schwinden eines Gußstückes setzt sich aus zwei Volumsveränderungen zusammen: aus einer während des Erstarrens und aus einer während des Erkaltens. Gußeisen und Zink vergrößern im Moment des Erstarrens ihr Volumen, was insofern günstig ist, als hiedurch scharfe Abgüsse entstehen. Das Schwinden hat häufig ein Verziehen, Werfen, sogar Zerreißen eines Gußstückes zur Folge, wenn die Abkühlung nicht gleichmäßig erfolgt; daher sollen bei einem Gußstück womöglich überall gleiche Wandstärken vorhanden sein, bezw. eine Wandstärke allmählich in die andere übergeführt werden.

Das billigste Material für die Modelle ist weiches Holz (Kiefer, Erle, Kastanie, Linde); selbe erhalten einen Anstrich von Leinöl- oder Harzfirnis oder Schellack, damit sie glatt sind und sich nicht werfen.

Für die Massenfabrikation werden vorteilhaft Metallmodelle verwendet, weil das Einformen infolge der größeren Glätte schneller und genauer erfolgt und die höheren Modellkosten reichlich durch Ersparnis an Arbeitslohn und die Erzeugung von sauberen Gußstücken gedeckt werden.

Damit sich das Modell aus der Form herausheben läßt, darf es nicht unterschnitten sein; der Tischler macht sogar die parallelen Wandungen etwas konisch („gußkonisch"), so daß z. B. die Zähne eines Zahnrades (Fig. 75) auf einer Seite etwas dicker werden.

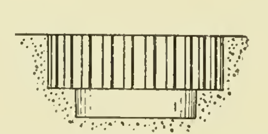


Fig. 75. Flaches Modell.

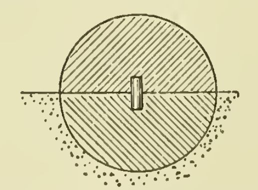


Fig. 76. Rundes Modell.

Solche Modelle nennt man flach im Gegensatz zu den runden Modellen. Damit man letztere einformen kann, werden sie zweiteilig gemacht, also in zwei flache Modelle zerlegt, die durch Dübel miteinander verbunden sind, wie Fig. 76 zeigt.

Die einfachste und billigste Formerei ist die

a) Herdformerei.

Die Herdformen werden offen oder bedeckt ausgeführt. Der Arbeitsvorgang hiebei ist folgender: Am Boden der Gußhütte wird gesiebter Formsand aufgehäuft (Fig. 77), das Modell hineingedrückt, mittels der Wasserwage genau wagrecht gerichtet und an den Seiten der Formsand entsprechend hoch aufgedämmt. Unter dem Modell werden dann mit einer gebogenen Nadel *n* Windkanäle eingestochen. Nachdem durch Klopfen an dem Bolzen *b* das Modell gelockert wurde, läßt es sich herausheben. Die Hohlform wird dann mit Holzkohlenpulver überstäubt, indem man einen damit gefüllten Segeltuchbeutel darüber schüttelt; es wird hiedurch eine Trennungsschicht gebildet und das Anhaften des Sandes an dem Gußstück verhindert. Die letzte Arbeit ist schließlich das Glätten der Form mit den Glättwerkzeugen.

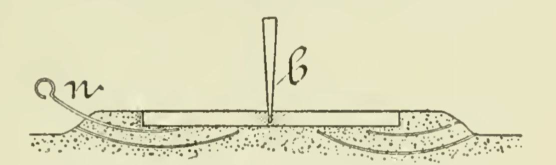


Fig. 77. Offene Herdform.

Die durch offenen Herdguß hergestellten Gußstücke sind an der oberen Fläche uneben und blasig, er findet daher nur für ordinäre Gußwaren Verwendung.

Will man die obere Fläche glatt und dicht haben, so wendet man den bedeckten Herdguß an (Fig. 78). Die Form ist hiebei oben mit einer mit Lehm bestrichenen Eisenplatte oder mit einer Chamotteplatte *P* abgedeckt. Nach dem Einguß steht in dem Eingußtrichter *E* das Metall um h *cm* über der oberen Fläche des Gußstückes, es findet somit bei *a* eine dem Auftrieb entsprechende Pressung statt, wodurch diese Fläche glatt wird und etwaige im Abguß enthaltene Gasblasen zusammengepreßt, also kleiner werden. Die Deckplatte muß wegen des Auftriebes belastet werden, beispielsweise bei einer quadratischen Fläche von 50 *cm* Seitenlänge und h = 10 *cm* mit etwas mehr als 5.5.1.7·3 = 182 *kg*, wenn Gußeisen gegossen wird

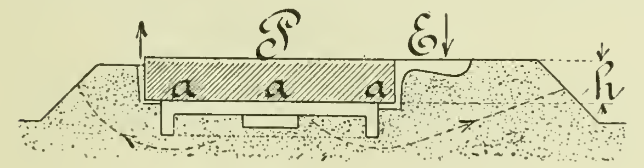



Fig. 78. Bedeckte Herdform.

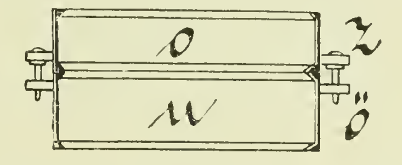


Fig. 79. Zweiteiliger Formkasten.

Die Herdformerei hat die Nachteile, daß der Former in kniender oder gebückter Stellung arbeiten muß, die Beleuchtung häufig ungünstig ist und der Verkehr in der Gußhütte durch die fertigen Formen erschwert wird; überdies verlangen die offenen, flachen Formen einen „hitzigen Guß“, damit das Metall bei dem langsamen Fließen nicht erstarrt.

b) Kastenformerei.

Hier erfolgt das Einformen in einem tragbaren Behälter — dem Formkasten (auch Flasche oder Lade genannt), der aus einem gewöhnlich rechteckigen Rahmen aus Gußeisen, Schmiedeisen oder Holz besteht, in welchen das Modell eingelegt und der dann mit Sand aus-

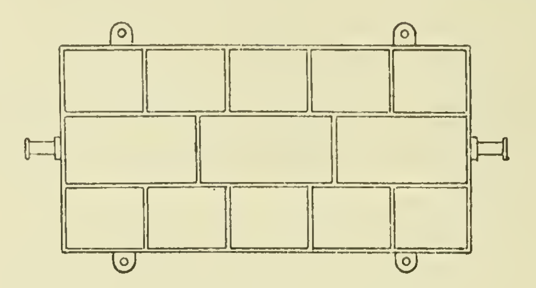


Fig. 80. Gefächerter Kasten.

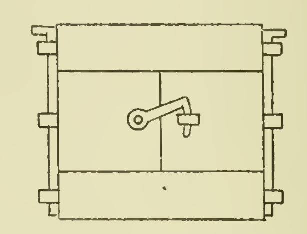


Fig. 81. Vierteiliger Formkasten.

gefüllt und festgestampft wird. Die Innenwände des Formkastens werden mit vorstehenden Rändern versehen, damit der Sand nicht herausfällt (Fig. 79). Größere Formkasten werden gefächert (Fig. 80) und überdies Sandhaken (Hängeeisen, Gehänge) verwendet, die in Lehmwasser eingetaucht und dann über die Kastenränder gehängt werden, um den Sand zu halten. Gewöhnlich genügt ein zweiteiliger Formkasten (Fig. 79). Der Oberkasten *O* hat drei oder vier Zapfen *Z*, die in am Unterkasten *U* angebrachte Öfen *Ö* passen und so eine gegenseitige Verschiebung der Kasten verhindern.

Für besondere Modelle benötigt man dreiteilige, vierteilige und mehrteilige Formkasten. In Fig. 81 ist ein vierteiliger Formkasten mit zweiteiligem Mittelkasten dargestellt. Die beiden Mittelteile werden durch Haken zusammengehalten.

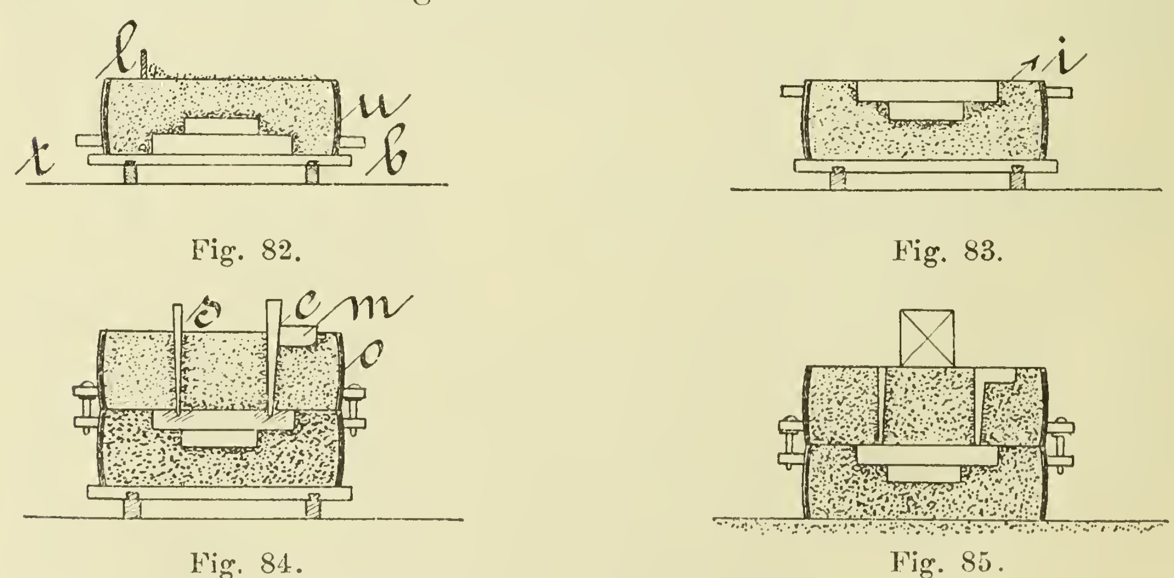


Fig. 82. Fig. 83.

Fig. 84. Fig. 85.

Einformen eines flachen Modelles.

Den Arbeitsvorgang bei der Kastenformerei mögen folgende Beispiele erläutern:

Es sei ein flaches Modell, z. B. eine Scheibe, einzuformen. Man legt auf den an der Fensterseite der Gußhütte aufgestellten, gußeisernen Formtisch *t* (Fig. 82) das Formbrett *b*, auf dieses das Modell und den Unterkasten *u*. Hierauf wird zuerst gesiebter Formsand eingetragen und damit das Modell überdeckt; dann wird mit ungesiebtem, vom Herde aufgeschaufeltem Formsand der Kasten gefüllt, mit einem Stößel das Material festgestampft und schließlich mit einem Lineal *l* der Überschuß abgestreift. Sodann wird eine „Unterlage" aufgelegt, der Kasten umgedreht (Fig. 83) und eine Isolierschicht *i* aus trockenem Sande oder Ziegelmehl aufgesiebt; hierauf wird der Oberkasten *o* aufgesetzt (Fig. 84), die Modelle für den Einguß- und Steigtrichter *e* und *s*, die die Form konischer Holzpflöcke haben, aufgesetzt, der Kasten mit Sand gefüllt, mit einem besonderen Modell die Mulde *m* für den Einguß gebildet, letzteres sowie die Pflöcke *e* und *s* entfernt, der Oberkasten abgehoben, das Modell aus dem Unterkasten ebenfalls ausgehoben, die Form, wenn nötig, ausgebessert, mit feinem Kohlenpulver bestäubt und geglättet und schließlich der Oberkasten wieder aufgesetzt und belastet, womit sie zum Guß fertig ist (Fig. 85).

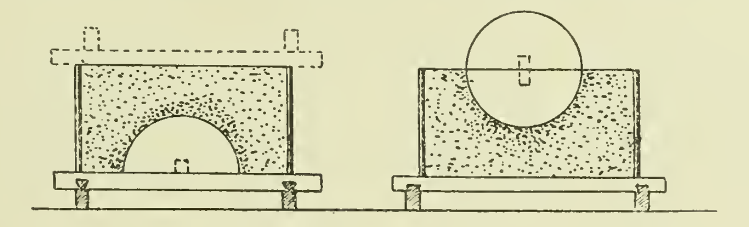


Fig. 86. Einformen eines massivrunden Körpers.

Ist ein runder Körper, z. B. eine volle (oder massive) Kugel, einzuformen, so wird zuerst die eine Kugelhälfte, die ein flaches Modell darstellt, genau wie ein solches behandelt, dann auf die so im Unterkasten eingeformte Halbkugel die zweite Halbkugel aufgesetzt und diese im Oberkasten eingeformt (Fig. 86). In ähnlicher Weise werden andere Körper mit elliptischem, polygonalem, kreuzförmigem Querschnitt etc. (Fig. 87) zum Teil im Unterkasten, zum Teil im Oberkasten eingeformt.

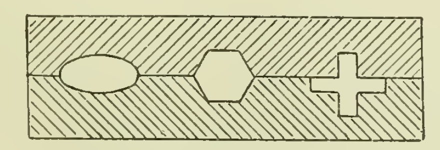




Fig. 87. Zweiteilige Formen.

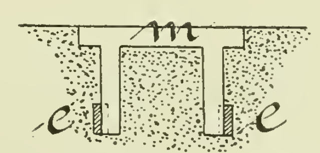


Fig. 88. Modell mit losen Teilen.

Beim Modell Fig. 88 sind die beiden Leisten *e* abnehmbar; man hebt zuerst den Modellkörper *m* heraus, zieht dann die Leisten mittels eingesetzter Stifte seitwärts in den Hohlraum und kann sie

nun ebenfalls ausheben. Solche lose Teile werden sehr oft verwendet, auch dort, wo es nicht unbedingt nötig wäre, weil sich das gesonderte Herausheben einzelner zarter Modellteile sorgfältiger ausführen läßt.

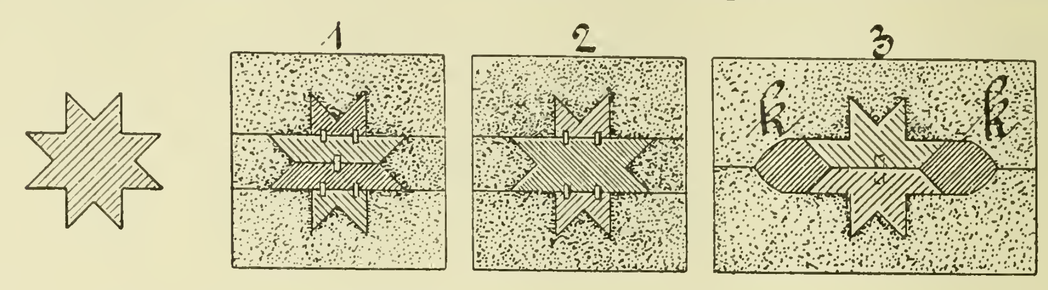


Fig. 89. Einformen eines Körpers mit sternförmigem Querschnitt.

Hat der einzuformende Körper eine reichere Gliederung und einen Querschnitt, wie etwa Fig. 89 zeigt, so läßt er sich nicht mehr in zwei solche Teile zerlegen, die die Eigenschaft flacher Modelle haben. Man kann dann in folgender Weise vorgehen:

1. Das Modell wird vierteilig gemacht und in einem dreiteiligen Formkasten eingeformt (Fig. 89, 1). Aus dem Mittelkasten lassen sich die beiden mittleren Modellteile ausheben, eines nach oben, das andere nach unten.

2. Das Modell wird dreiteilig gemacht (Fig. 89, 2) und so eingeformt, daß die beiden Endteile in den Unter- und Oberkasten kommen, während der Mittelteil in einem zweiteiligen Mittelkasten eingeformt wird.

3. Das Modell wird nur zweiteilig gemacht (Fig. 89, 3) und in einem zweiteiligen Formkasten eingeformt, indem man die in der Trennungsfuge befindliche Unterschneidung mit Kernstücken *k* ausfüllt. Diese beiden Kerne werden schon vorher aus fettem Sande oder Lehm hergestellt und an das Modell angeformt; sie heißen falsche Kerne. Nach dem Abheben des Oberkastens läßt sich die obere Modellhälfte, dann die zwei Kerne *k* und endlich die untere Modellhälfte ausheben. Vor dem Zusammensetzen der Form legt man die Kerne wieder ein. Diese letzte Methode wird als die vorteilhaftere zumeist verwendet.

Ist ein hohler Gegenstand zu gießen, so setzt man in die Form einen der Hohlform entsprechenden Sand- oder Lehmkörper, einen Kern, ein, zu dessen Herstellung man ein zweites Modell — den Kernkasten oder Kerndrücker — verwendet.

So dient der Kerndrücker Fig. 90 zur Herstellung einfacher zylindrischer Kerne; er besteht aus Holz, ist zweiteilig und wird durch eine Schraubzwinge zusammengehalten. In die Mitte wird ein starker Eisendraht eingestellt, um dem Kerne mehr Halt zu geben.

Der Hohlraum wird mit Kernsand vollgefüllt und festgestampft; dann werden mit einer Nadel einige Luftkanäle in der Längenrichtung des Kernes eingestochen, der Kern im Kasten durch seitliches Klopfen mit dem Hammer gelockert, worauf er sich beim Auseinandernehmen des Kerndrückers ohne Beschädigung abheben läßt.

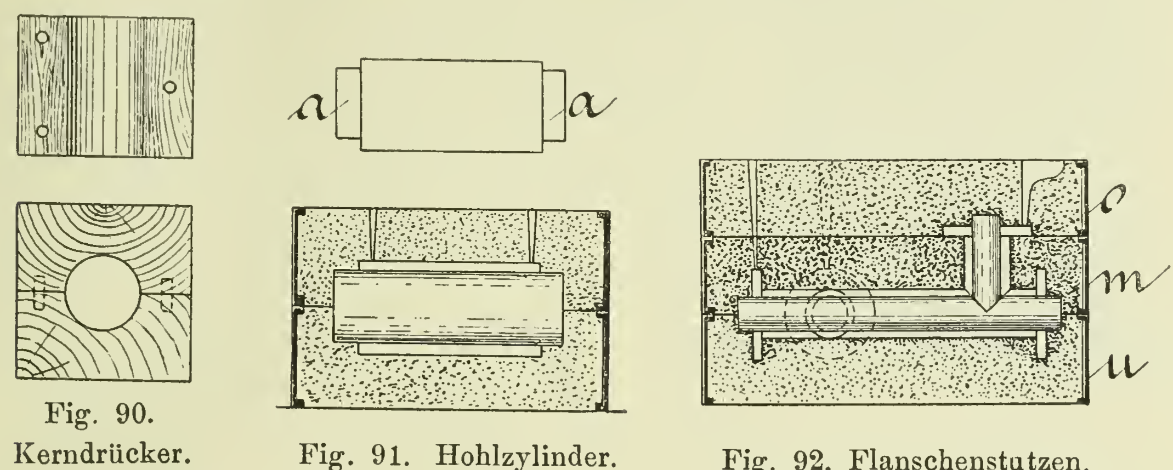


Fig. 90. Kerndrücker. Fig. 91. Hohlzylinder. Fig. 92. Flanschenstutzen.

Um den Kern in der Hohlform an der richtigen Stelle einlegen zu können, werden für die Enden des Kernes eigene Lagerstellen hergestellt, indem man am Vollmodell zapfenartige Ansätze, die Kernmarken *a*, anbringt, die in der Hohlform die entsprechenden Eindrücke erzeugen, wie die einfache Form eines Hohlzylinders Fig. 91 veranschaulicht. Fig. 92 zeigt das Einformen eines Flanschenstutzens in einem dreiteiligen Formkasten; hier sind an den Hauptkern noch zwei Seitenkerne angesetzt. Der aufrecht stehende Stutzen wird nach dem Abheben des Oberkastens aus dem Mittelkasten *m* herausgehoben. Der zwischen *m* und *u* eingeformte Modellteil ist zweiteilig.

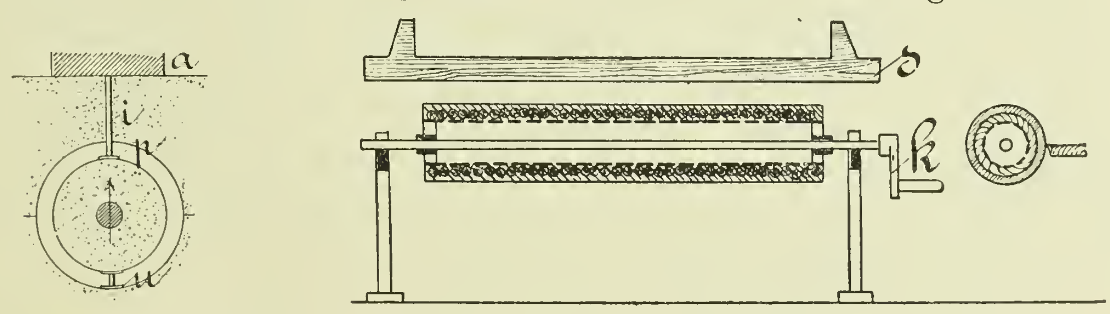


Fig. 92 *a*. Kernsteife. Fig. 93. Kerndrehbank.

Die richtige Lage größerer Kerne wird durch Kernsteifen gesichert. Selbe bestehen aus kurzen, meist schmiedeisernen Stiften, an deren Enden Plättchen angenietet sind; sie werden in den Zwischenraum zwischen Hohlform und Kern eingelegt und mit in das Gußstück bleibend eingegossen.

Die unten angebrachte Kernsteife *u* (Fig. 92 *a*) dient dazu, den Kern vor dem Durchbiegen durch die eigene Schwere zu schützen.

Die obere Kernsteife besteht aus dem Plättchen p und dem Stifte i, der so lang gemacht wird, daß er gerade durch den Oberkasten hindurch bis zur Platte a reicht, um darauf den durch den Auftrieb entstehenden Druck zu übertragen.

Haben die Kerne eine größere Länge, so muß man sie mit eingelegten starken Eisen oder Rohren befestigen, damit sie nicht durch die eigene Schwere oder den viermal so starken Auftrieb des flüssigen Metalles brechen. Diese Einlagen heißen Kernskelette.

So werden zu den Kernen für große Rohre oder Säulen durchlochte Rohre verwendet; indem diese Kerne Rotationskörper darstellen, kann man sie bequem und genau auf einer Drehbank mit Hilfe eines Drehbrettes (Schablone) formen (Fig. 93). Erst wickelt man auf das Rohr eine Lage von Strohseil; sodann wird Lehm aufgetragen und durch Drehen an der Kurbel und Anhalten der Schablone die genaue Rundung und richtige Form hergestellt (siehe auch Röhrengießerei).

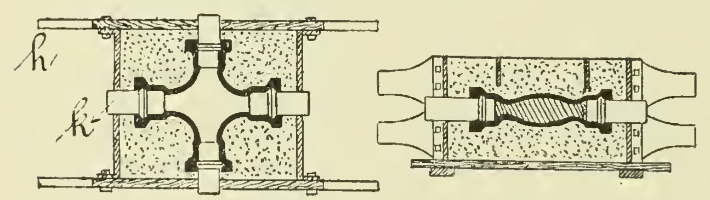


Fig. 94. Rohr-Kreuzungsstück.

Einen zweiteiligen Formkasten, wie er in Röhrengießereien zum Einformen eines Rohrkreuzungsstückes verwendet wird, zeigt Fig. 94. Zwei Seitenwände sind aus Holz und mit Handhaben h versehen; ferner sind Aussparungen für die heraustretenden Kerne k vorhanden, wodurch zugleich eine gute Zentrierung erreicht wird.

Zur Herstellung gebogener Kerne (Wulstkerne) benützt man die Ziehplatte mit Schablone Fig. 95; man formt damit zwei Halbkerne, die zu einem ganzen Kerne zusammengesetzt werden. Die Schablone s wird auf die Ziehplatte p aufgesetzt und der roh aufgetragene Lehmkern durch Überfahren mit der Schablone in die richtige Form gebracht. Die eine oder beide Seitenkanten der Ziehplatte dienen hiebei der Schablone zur Führung. In jeder Kernhälfte wird ein mit Strohseil umwickeltes Kernskelett eingebettet.

Von kleinen Stücken werden vorteilhaft viele in einem gemeinschaftlichen Formkasten eingeformt, so wie nebenstehende Fig. 96 veranschaulicht, wo die Formen in zehn Schichten übereinander liegen, jede Schicht aus sechs Teilen besteht und jeder Teil vier Formen von Schraubenschlüsseln enthält. Die Formen sind in einen durchlöcherten gußeisernen Formkasten eingelegt und außen mit Sand umstampft. Oben ist mit Zwingen ein Abschlußdeckel befestigt, durch dessen Mitte die Eingußöffnung zentral nach abwärts führt.

c) Die Schablonenformerei ist dann vorteilhaft, wenn größere Rotationskörper, wie Seilscheiben, Schwungräder, Zylinderbüchsen, Turbinenräder, Glocken u. dgl. einzuformen sind, weil ein Modell zu teuer käme und mit der Schablone schneller und genauer gearbeitet wird. Ist z. B. eine Riemenscheibe einzuformen, so wird im Herde entsprechend tief ein Fuß vergraben, in welchem die Schablonenspindel *i* eine feste Stütze hat (Fig. 97). Auf dieser Spindel ist der Schablonenhalter *h* drehbar aufgeschoben, der die Schablone S_1 trägt,

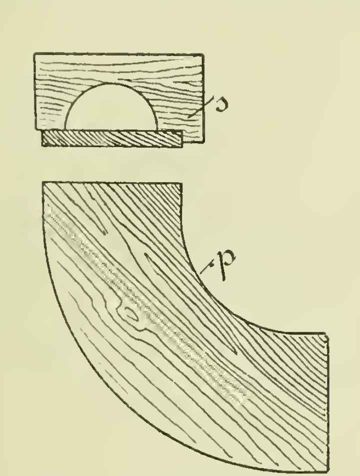


Fig. 95. Ziehplatte mit Schablone für gebogene Kerne.

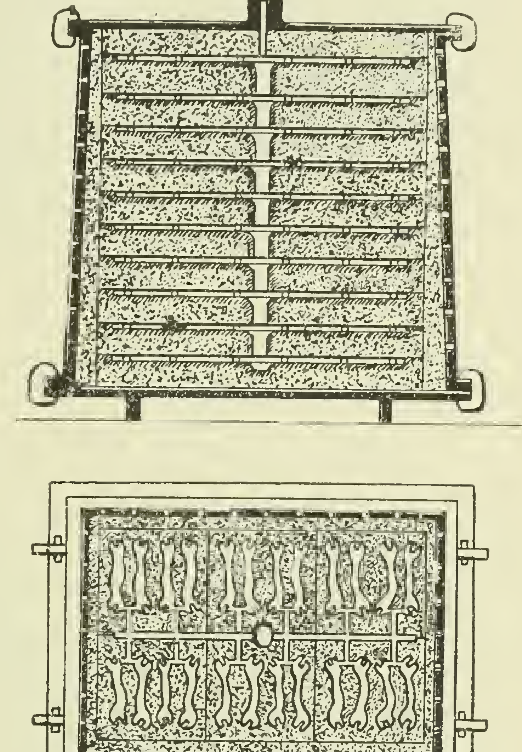


Fig. 96. Mehrere Modelle in einem Formkasten.

die der inneren Form der oberen Riemenscheibenhälfte entspricht. Man dreht damit den Sand wie gezeichnet aus, poliert die Fläche, ritzt die Armeinteilung ein, entfernt dann die Schablone samt Spindel und streut trockenen Sand auf. Dann setzt man, wie Fig. 98 zeigt, den Oberkasten auf, stellt für die Einguß- und Steigöffnungen die pflockartigen Modelle ein und füllt ihn mit Sand. Um den Sand zu halten, werden Sandhaken verwendet, das sind Drahthaken *a*, die mit Tonwasser benetzt wurden. Nachdem der so eingeformte Oberkasten abgehoben wurde, wird die Spindel *i* wieder eingestellt und eine zweite Schablone S_2 befestigt, wie Fig. 99 zeigt, mit der die untere Hälfte der Form des Scheibenkranzes ausgedreht wird. Wenn der Kranz sehr dünn und breit wäre, dann würde das Ausdrehen schwierig sein. Nachdem die abgedrehte Sandfläche poliert wurde, werden die Arme geformt, indem man an den für die Arme schon bezeichneten Stellen zwei Ziehleisten *Z* (Fig. 100) auflegt und mit einem Ziehbrettchen *b* dem länglich runden Armquerschnitte entsprechend den Sand heraus-

scharrt und hiebei zuerst die eine Ziehleiste, dann die andere als Führung benützt. Die Arme könnten hiebei auch beliebig gekrümmt sein. In gleicher Weise werden die Arme im Oberkasten an den markierten Stellen eingeformt. Nachdem noch der Nabenkern eingesetzt und der Oberkasten aufgesetzt wurde, ist die Form zum Gießen fertig.

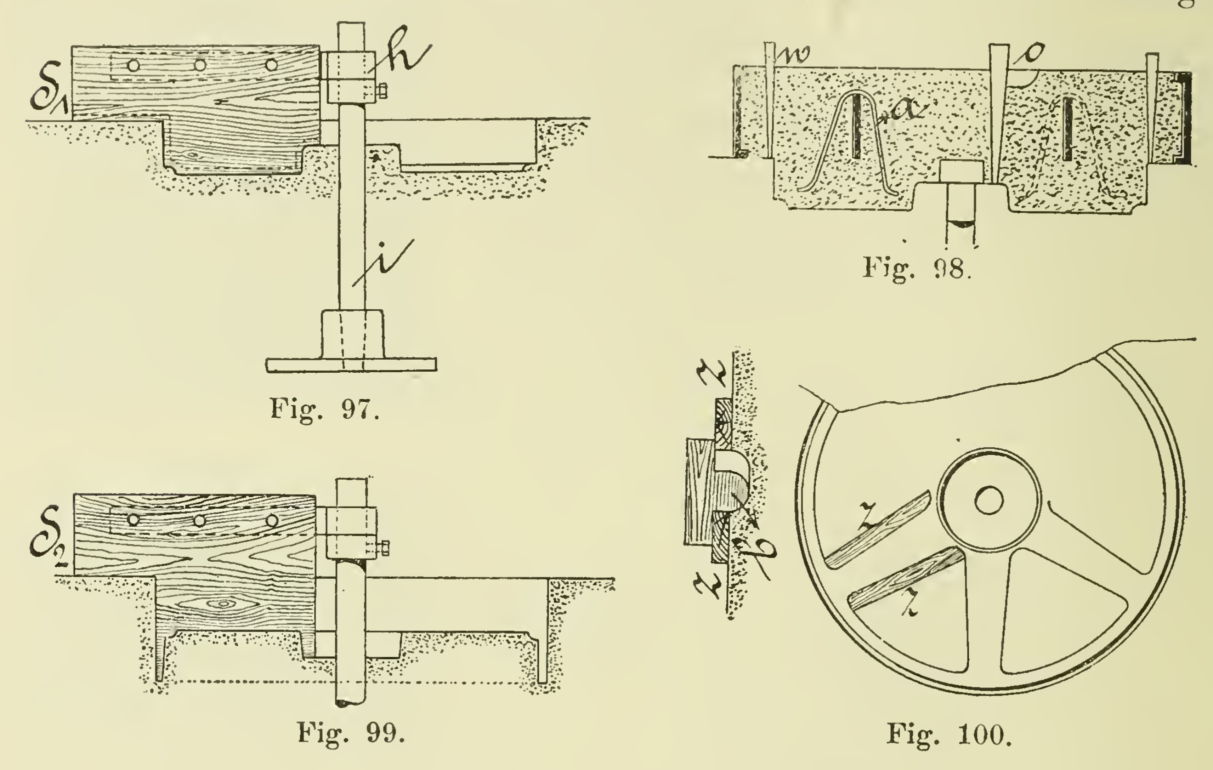


Fig. 97. Fig. 98. Fig. 99. Fig. 100.

Einformen einer Riemenscheibe.

Fig. 101 zeigt die fertige Form einer Seilscheibe mit zwei Armsternen, bei der mit der Schablone bloß eine einfache, zylindrische Vertiefung im Sande hergestellt wurde. Die Form für die Seilrillen wird durch am Umfang eingelegte Kerne gebildet, die in einem in der Draufsicht dargestellten Kernkasten k_1 geformt wurden. Die innere Form der Scheibe mit den Armen und der Nabe wird auch

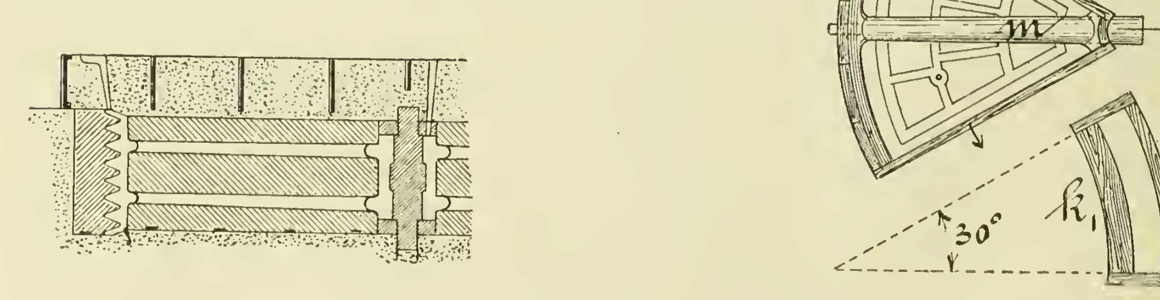


Fig. 101. Einformen einer Seilscheibe.

durch Kerne gebildet, die in einem Kernkasten k_2 hergestellt wurden. Dieser Kernkasten bildet einen sektorartigen Rahmen, entsprechend einem Sechstel der Kreisfläche, durch welchen zwei konische Holz-

modelle *m* für die zwei Arme radial hindurchgesteckt sind. Nach dem Ausfüllen des Kernkastens mit dem Kernsande lassen sich die Modelle *m* radial nach innen herausziehen und die einzelnen Teile des Holzrahmens so auseinander nehmen, daß der Kern frei auf dem Kernskelett oder Kerneisen *e* aufliegt und an den Hakenschrauben *s* gefaßt und aufgehoben werden kann. Gewöhnlich werden diese Kerne aus feinem Kernsande geformt und getrocknet. Diese Art des Einformens liefert genaue Abgüsse und die Arme erhalten keine Gußnähte.

In den Fig. 101 *a* und 101 *b* ist das Einformen eines Dampfzylinders mit Schablonen dargestellt.

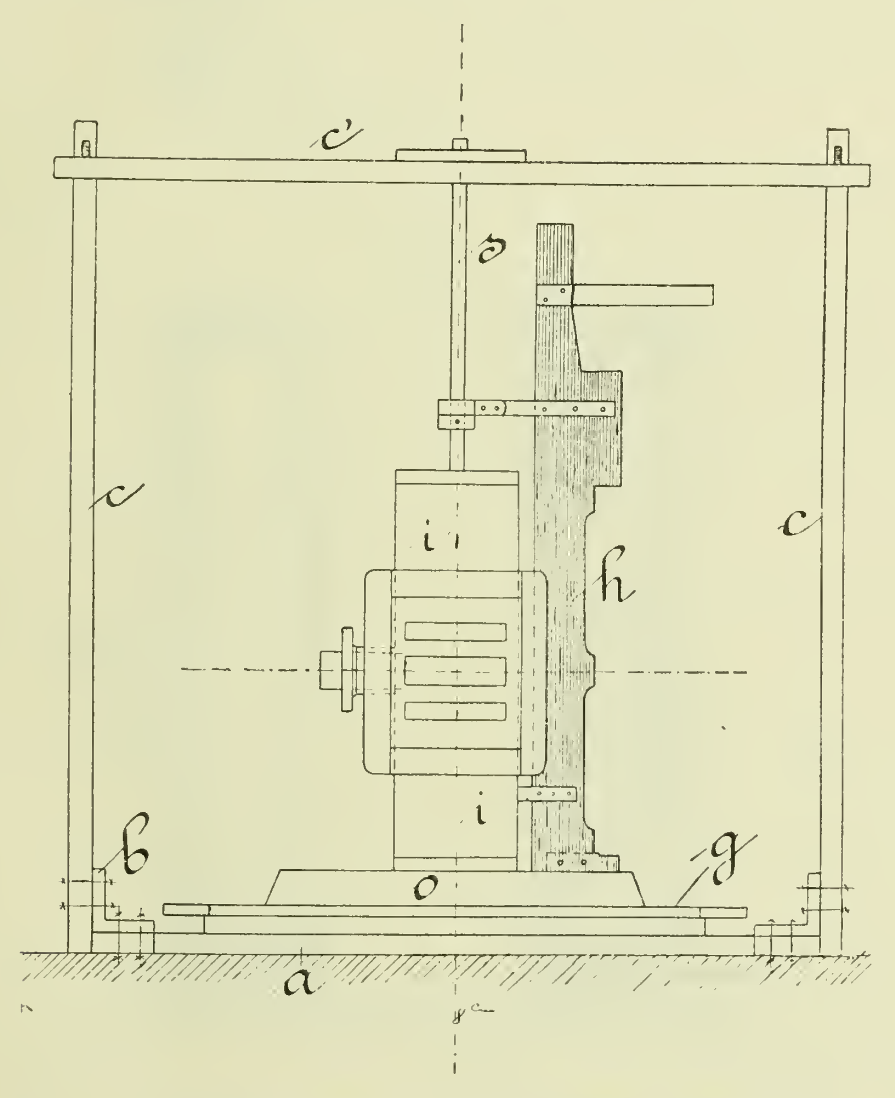


Fig. 101 *a*. Mantelschablone und Modell der Dampfkanäle.
a Formplatte, *c c'* Holzrahmen, *s* Spindel, *o* Schloß, *h* Mantelschablone, *g* gußeiserner Tragring, *i* Modell der Schieberfläche und Dampfkanäle.

Der Aufbau der Form erfolgt auf einer Formplatte *a*, an welcher mit den Winkeln *b* die beiden Säulen *c* befestigt werden, die oben mit einem Querholze *c'* verbunden sind.

In der Formplatte und dem Querholze ist die Spindel *s* drehbar gelagert, an der die Schablonen befestigt werden.

Zuerst wird der untere Teil des Kernes, das Schloß *o*, aufgemauert und mit der Kernschablone geformt. Die letztere wird dann

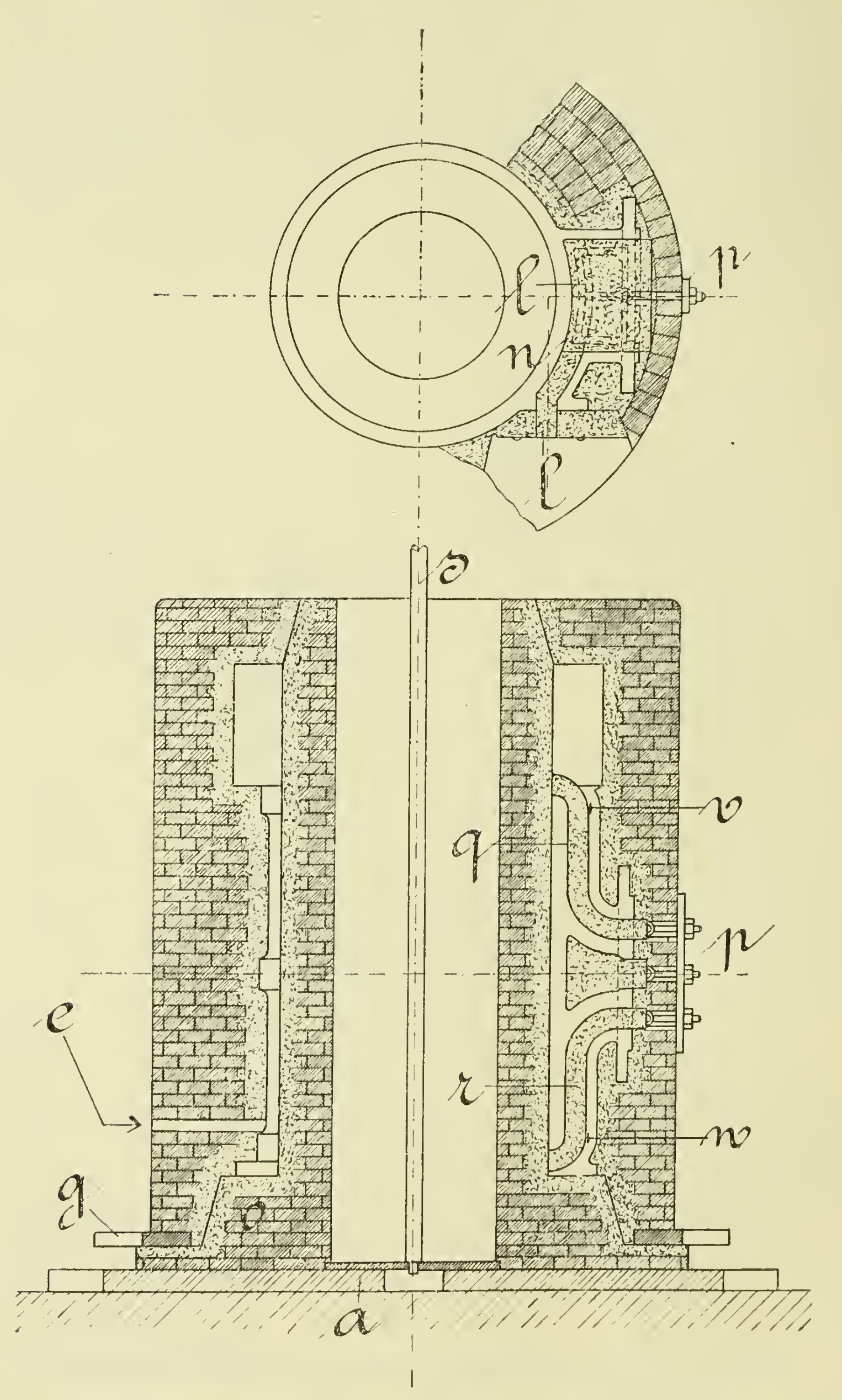


Fig. 101 *b*. Zylinderform. Nach A. Novotny in den Mitteilungen des technol. Gewerbemuseums in Wien 1886.
p Kerneisenschrauben, *v* und *w* Kernsteifen, *l* zweiteil. Mittelkern, *e* Eingußkanal.

entfernt, das Schloß mit Holzkohlenfeuer getrocknet und mit einer Trennmasse, aus Wasser und Asche bestehend, überstrichen.

Sodann legt man den Eisenring *g* auf den äußeren Schloßrand, schraubt die Mantelschablone *h* an die Dreharme und mauert den Mantel auf. Man benützt dazu gewöhnliche Mauerziegel; anstatt Mörtel nimmt man fetten Sand.

An der richtigen Stelle wird dann das Modell der Dampfkanäle und der Schieberfläche in den Mantel mit eingemauert. Die vorstehenden Flanschen, die zum Anschrauben des Schieberkastens dienen, müssen lose sein, damit sie das Entfernen des Modells aus der Form nicht hindern; nachher kann man sie auch entfernen (siehe Fig. 88). Das Modell wird in eine 3 *cm* dicke Lehmschicht eingebettet, und wo es nötig ist, eine stärkere Lehmschicht aufzutragen, legt man dünne Wachsschnüre ein, die später ausschmelzen und Abzugkanäle für die Gase bilden. Nach dem Entfernen des Modlles kann man die Schablone im Kreise ganz herum bewegen.

Innen läßt man zwischen Schablone und Mauerwerk 3 *cm* Luft, um zwei Lehmschichten aufzutragen; die erste Schicht, aus fettem Sande mit Häcksel gemischt bestehend, wird 2 *cm* stark aus freier Hand aufgetragen und etwas übertrocknet. Dann kommt die zweite, feinere Lehmschicht, die mit der scharfen Kante der Schablone geglättet wird. Nach Wegnahme der Schablone kann man den Mantel mit einem Krane an den vorstehenden Pratzen des Ringes *g* fassen, ausheben und in die Trockenkammer fahren.

Der Querbalken *c'* und die Spindel *s* werden dann wieder an den Platz gebracht und auf das Schloß *o* der zylindrische Teil des Kernes *k* mit Hilfe der Kernschablone gebildet.

In die Mantelform sind drei Kerne einzulegen; diese besitzen Kerneisen mit vorstehenden Haken, an welche die Schrauben *p* angehängt werden können, womit dann die Kerne festgezogen werden. Der mittlere Kern *l* für den Ausströmkanal ist bei *n* geteilt, damit er sich bequem und fest einbauen läßt. Die Kerne *q* und *r* müssen vorerst an die Mantelwand zurückgelegt werden, damit sie beim Zusammensetzen der Form nicht an den Mittelkern anstreifen. Erst später werden sie mit den Kernsteifen *v* und *w* an den Mittelkern angedrückt und dann die Schrauben *p* angezogen. Etwaige Fugen an den Kernen müssen sorgfältig verschmiert werden, damit das Eisen nicht ausfließt. Die Form wird in der Dammgrube zusammengestellt und mit Sand umstampft. Der Einguß *e* ist unten angebracht. Der Hohlraum des Kernes wird ebenfalls mit Sand oder Koksabfall ausgefüllt, um Explosionen zu vermeiden.

d) Die Maschinenformerei.

Soll eine große Anzahl gleicher Abgüsse hergestellt werden, so läßt sich viel Zeit ersparen, wenn das Ausheben des Modelles aus dem Formsande durch eine mechanische Vorrichtung erfolgt. Zuweilen finden auch eigene Vorrichtungen zum Feststampfen des Sandes Verwendung.

Die in Fig. 102 dargestellte Formmaschine dient zum Herausheben der Modelle aus der Form und ist besonders bei Massenerzeugung kleiner Gußstücke von großem Werte. Sie besteht aus zwei auf einer gemeinschaftlichen Fundamentplatte aufgeschraubten Seitenständern, in welchen die Formplatte *f* mittels zweier Zapfen *z* drehbar gelagert

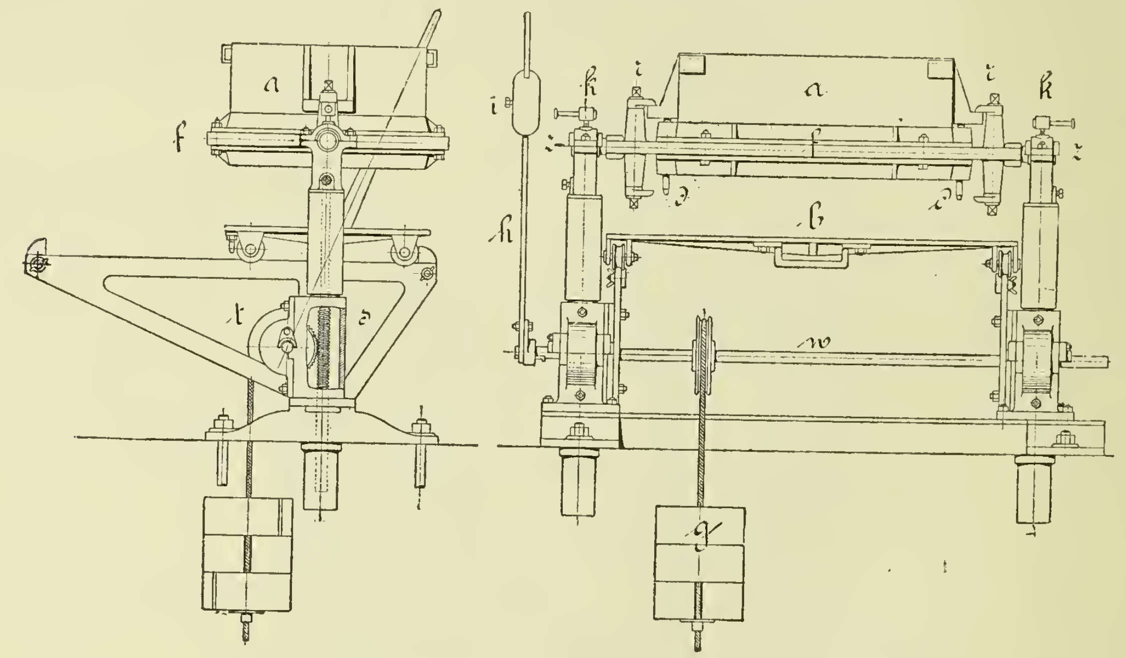


Fig. 102. Formmaschine der Johann Albrechtswerke.

ist. Auf der jederseits eine Modellhälfte tragenden Formplatte wird der Formkasten *a* mittels der Dübel *d* und Vorreiber *r* befestigt. Die Lager der Zapfen *z* stützen sich auf Schraubenspindeln *s*, in die Zahnräder *t* eingreifen, die auf einer gemeinschaftlichen Welle *w* sitzend mittels des Handhebels *h* gedreht werden können, so daß man die Formplatte bequem heben und senken kann. Das Überschlaggewicht *i* hält den Hebel *h* in der einen oder anderen Stellung fest. Ein regulierbares Gegengewicht *g* hält dem Gewichte, das auf den Schraubenspindeln lastet, das Gleichgewicht.

Arbeitsvorgang: Die Formplatte wird wagrecht gestellt, mit den Klemmschrauben *k* am weiteren Verdrehen verhindert, der Formkasten *a* aufgesetzt und befestigt, Sand eingefüllt und festgestampft; dann werden die Klemmschrauben *k* gelüftet, die Formplatte samt Kasten um 180° gedreht, mittels Drehung am Hebel *h* so weit gesenkt,

daß sich der Kasten *a* auf die Plattform eines kleinen, vierräderigen Wagens *b* aufsetzt. Sodann werden die Vorreiber *r* zurückgedreht, die Formplatte mittels des Hebels *h* mitsamt den daran befestigten Modellen ausgehoben und der Formkasten auf dem Wägelchen *b* seitwärts gefahren, ausgebessert und auf dem Herde der Gußhütte mit dem zweiten Formkasten, der von der anderen Seite der Formplatte kam, zu einer fertigen Gußform zusammengesetzt.

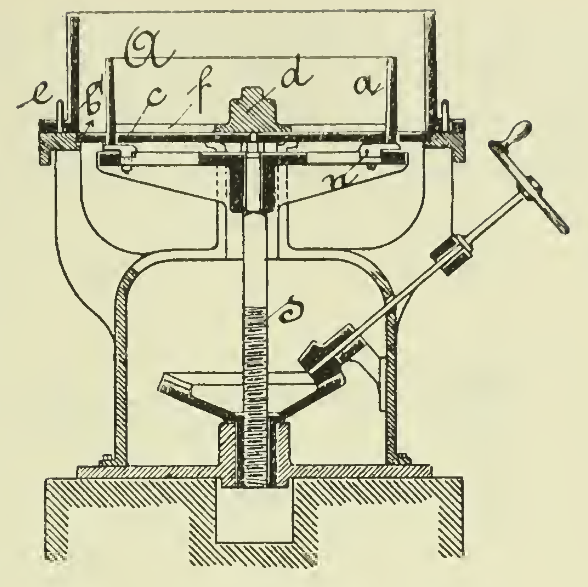


Fig. 103.
Formmaschine für Riemenscheiben.

Das Einformen einer Riemenscheibe mit der Formmaschine von Heinrich Anton zeigt Fig. 103. Der Modellring *a* ragt in den Formkasten *A* hinein; nachdem der Kasten mit Sand gefüllt ist, wird durch Drehen am Handrade durch Vermittlung zweier Kegel-

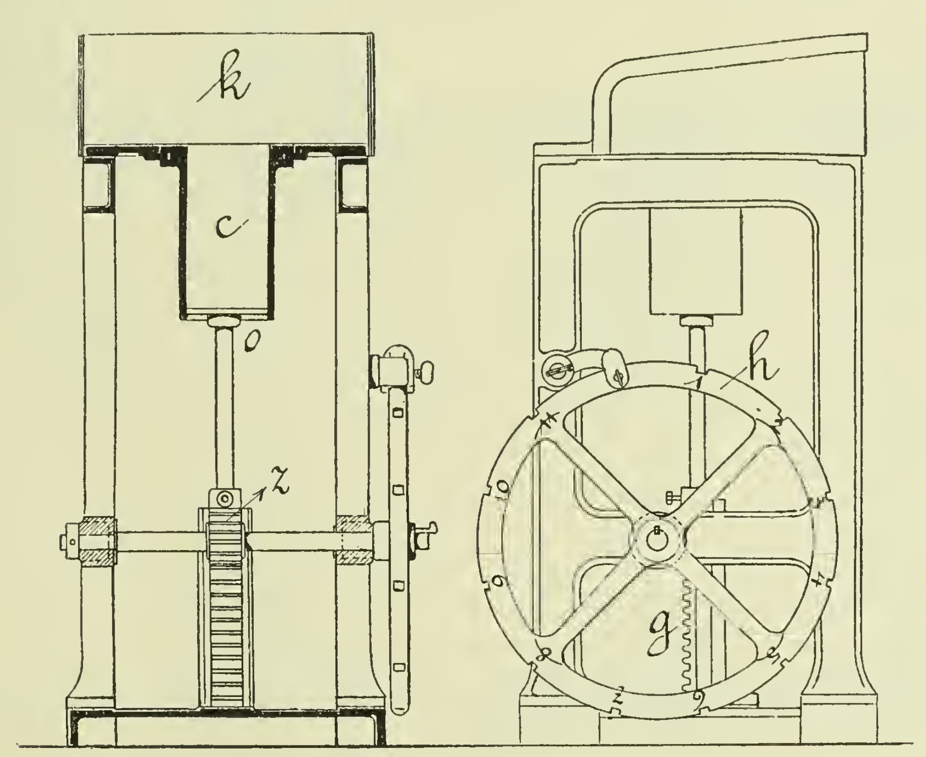


Fig. 104. Kernformmaschine der Johann Albrechtswerke in Neustadt in Meckl.

räder die Schraube *s* niedergezogen und hiedurch der Modellring gesenkt. Die Abstreifplatten *b* und *c* halten den aufgestampften Sand fest. Die innere Platte *c* trägt ein Armkreuz *f* in der halben Dicke der zu gießenden Arme, außerdem können beliebige Naben *d* aufgesteckt

werden. Man hebt dann den Formkasten *A* ab, entfernt das Modell des Armsternes *f* und der Nabe *d* und hat so eine Hälfte der Form fertig. In gleicher Weise wird noch ein Formkasten eingeformt, die beiden Kasten mit den einander zugekehrten Hohlformen zusammen-

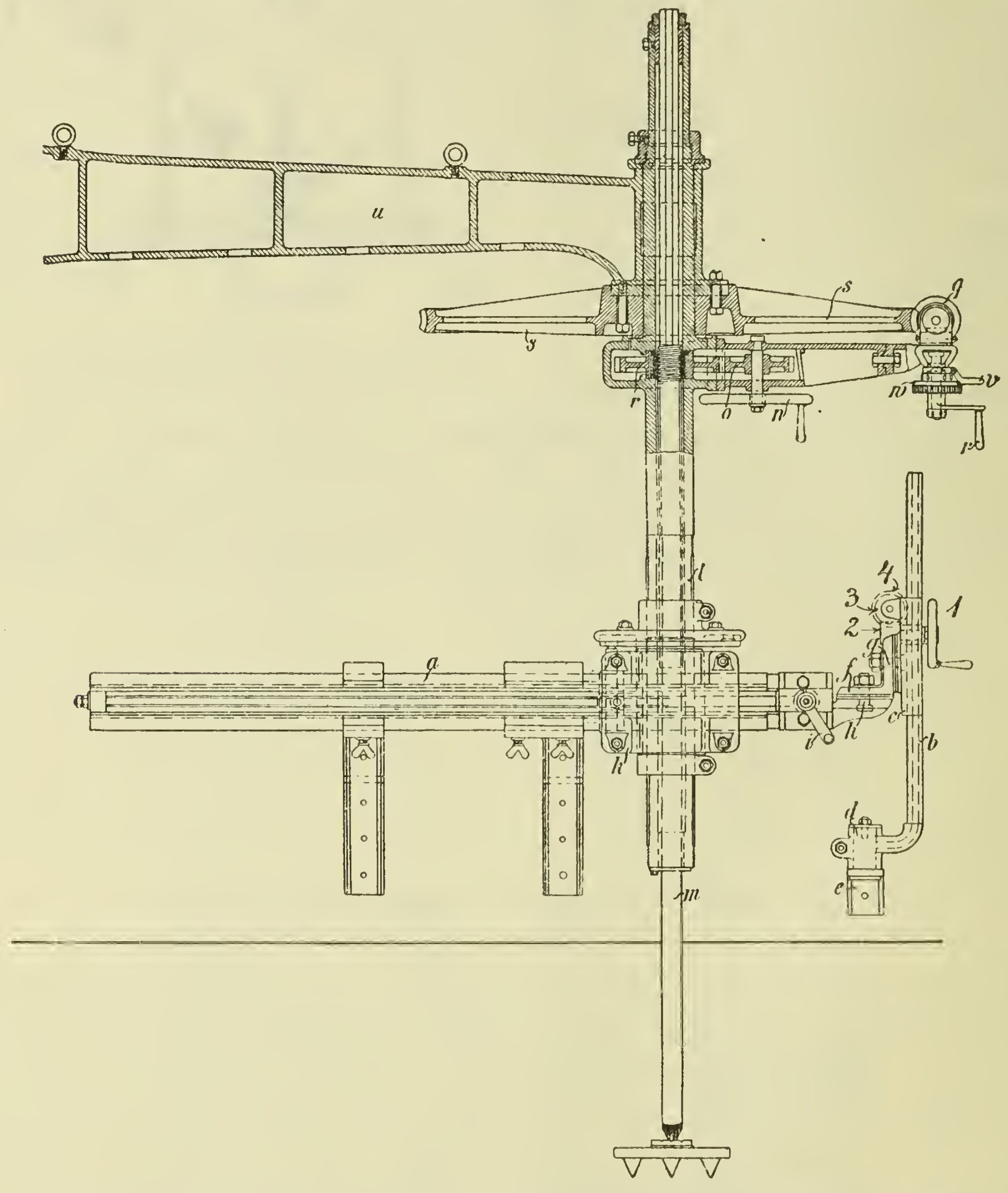


Fig. 105. Zahnräder-Formmaschine von I. Wurmbach in Frankfurt a. M.

gesetzt, wobei durch die Zentrierstifte *e* die Armhälften genau übereinander kommen. Somit ist die vollständige Form einer Riemenscheibe mit einem Armsterne fertig.

Bei der Herstellung der Kerne von einfacher zylindrischer Form kann man sich der Kernformmaschine Fig. 104 bedienen, mit der man schneller und genauer arbeitet als mit dem gewöhnlichen Kernkasten. Der Kernsand wird in den Kasten *k* eingeschaufelt und

in den Hohlzylinder *c*, welcher der Größe des herzustellenden Kernes entsprechend jeweilig gewählt wird, eingestampft. Wenn man dann mit dem Handrade *h* den Zahnkolben *z* linksum dreht, so wird die Zahnstange *g* mit dem Kolben *o* nach aufwärts bewegt und hiedurch der Kern ausgestoßen. Die Einkerbungen am Handrade, in die man eine Klinke einlegen kann, gestatten, den Niedergang des Kolbens der Kernlänge entsprechend einzustellen.

Zahnräder-Formmaschinen. Zahnräder werden mit der Formmaschine sauberer und genauer, als mit einem Holzmodell, weil sich das letztere leicht verzieht und unrund wird; außerdem erspart man die Kosten, welche die Herstellung zahlreicher Modelle erfordern würde. Es erscheint somit die Verwendung von Zahnräder-Formmaschinen besonders vorteilhaft.

In der beistehenden Figur 105 und 106 ist eine neuere Bauart „System Gut" dargestellt, mit der Zahnkränze von Stirn- und Kegelrädern mit geraden, schrägen oder Winkelzähnen sowie solche von Schneckenrädern mit geraden oder konkaven Zähnen geformt werden. Am Ende des Auslegers *a* befindet sich ein Vertikalschlitten *b*, unten an *b* wird das Modell *M* eines Teiles des Zahnkranzes, gewöhnlich aus bloß zwei Zähnen bestehend, befestigt. Dieses Modell wird in die vorher mit einer Schablone ausgedrehte Vertiefung des Herdes eingestellt, indem man am Handrade 1 dreht und hiedurch mittels der Schnecke 2, des Schneckenrades 3 und des Zahnkolbens 4 die Zahnstange *b* nach abwärts bewegt. Die Zahnlücke des Modells wird nun mit Formsand vollgestampft und das Modell wieder durch Drehen am Handrade 1 ausgehoben. Damit hiebei der zwischen den zwei Zähnen befindliche Sandkörper nicht mit in die Höhe geht, wird ein passend zugefeiltes Blechplättchen in die Zahnlücke eingelegt und von Hand aus niedergehalten.

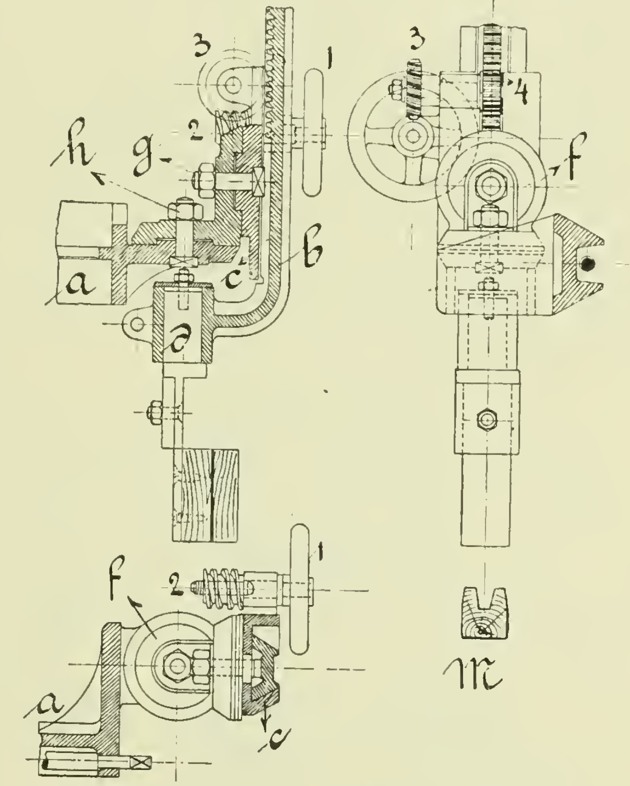


Fig. 106. Support d. Zahnräder-Formmaschine.

Der Ausleger *a* muß nun um eine Zahnteilung weitergedreht werden; daher ist er mittels der Hülse *k* an einer Hohlwelle *l*

befestigt, die mit der Spindel m drehbar gelagert ist; letztere stützt sich auf eine Fußplatte; die Hohlwelle wird von einem Arme u gehalten, der an der Wand oder einer gußeisernen Säule befestigt ist. An dem Arme u ist auch ein genau geteiltes Schneckenrad, das „Teilrad“, befestigt, welches passend 180 Zähne hat, weil 180 durch viele Zahlen (2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12 u. s. w.) teilbar ist.

Die Hohlwelle l ist mit einem Arme versehen, an dem eine Schnecke g gelagert ist, die in das Teilrad s ohne toten Gang eingreift. Wird nun mittels der Handkurbel r, durch zwei Stirnräder und zwei Kegelräder $\left(\frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4}\right.$ in Fig. $\left.107\right)$ die Schnecke g gedreht, so wandert letztere längs des Schneckenrades s weiter und nimmt hiebei die Hohlwelle l mit herum. Ist die Räderübersetzung $\frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = 1$, dann wird bei einer Kurbeldrehung der Arm a um $^1/_{180}$ des Kreisumfanges weitergedreht; man könnte sohin ein Zahnrad mit 180 Zähnen einformen. Bei je zwei Kurbeldrehungen erhielte das Zahnrad 90 Zähne, bei je drei Kurbeldrehungen 60, bei je vier Kurbeldrehungen 45 Zähne u. s. w., und indem man die Zahnräder z_1 und z_2 wechseln kann, ist die Möglichkeit gegeben, auch noch verschiedene andere Einteilungen zu machen. Der Hebel v dient zum Feststellen (Arretieren) der Kurbel, indem er in einen Einschnitt der Scheibe w einschnappt. Die Maschine kann auch so gebaut sein, daß bei der Handkurbel eine auswechselbare fixe Teilscheibe angebracht ist, um neben ganzen Umdrehungen auch um einen bestimmten Teil weiterdrehen zu können Z. B. hat die

Teilscheibe	I	88,	71,	57,	49,	44,	37,	28,	25	Löcher
„	II	89,	73,	59,	51,	46,	39,	29,	26	„
„	III	91,	77,	61,	53,	47,	41,	31,	27	„
„	IV	97,	79,	67,	55,	48,	43,	33,	—	„

und man hat z. B. für ein Zahnrad mit

20	Zähnen	9	Umdrehungen	der	Kurbel	zu	machen
21	„	$8^{28}/_{49}$	„	„	„	„	„
22	„	$8^{10}/_{55}$	„	„	„	„	„
23	„	$7^{38}/_{46}$	„	„	„	„	„
24	„	$7^{24}/_{48}$	„	„	„	„	„
25	„	$7\,^{5}/_{25}$	„	„	„	„	„
26	„	$6^{36}/_{39}$	„	„	„	„	„

u. s. w.

Für verschieden große Zahnräder kann man den Auslegerarm *a* mittels der Kurbel *i*, die durch Vermittlung zweier Kegelräder eine Schraube treibt, verschieben. Behufs Einformens schräg gezahnter Stirn-

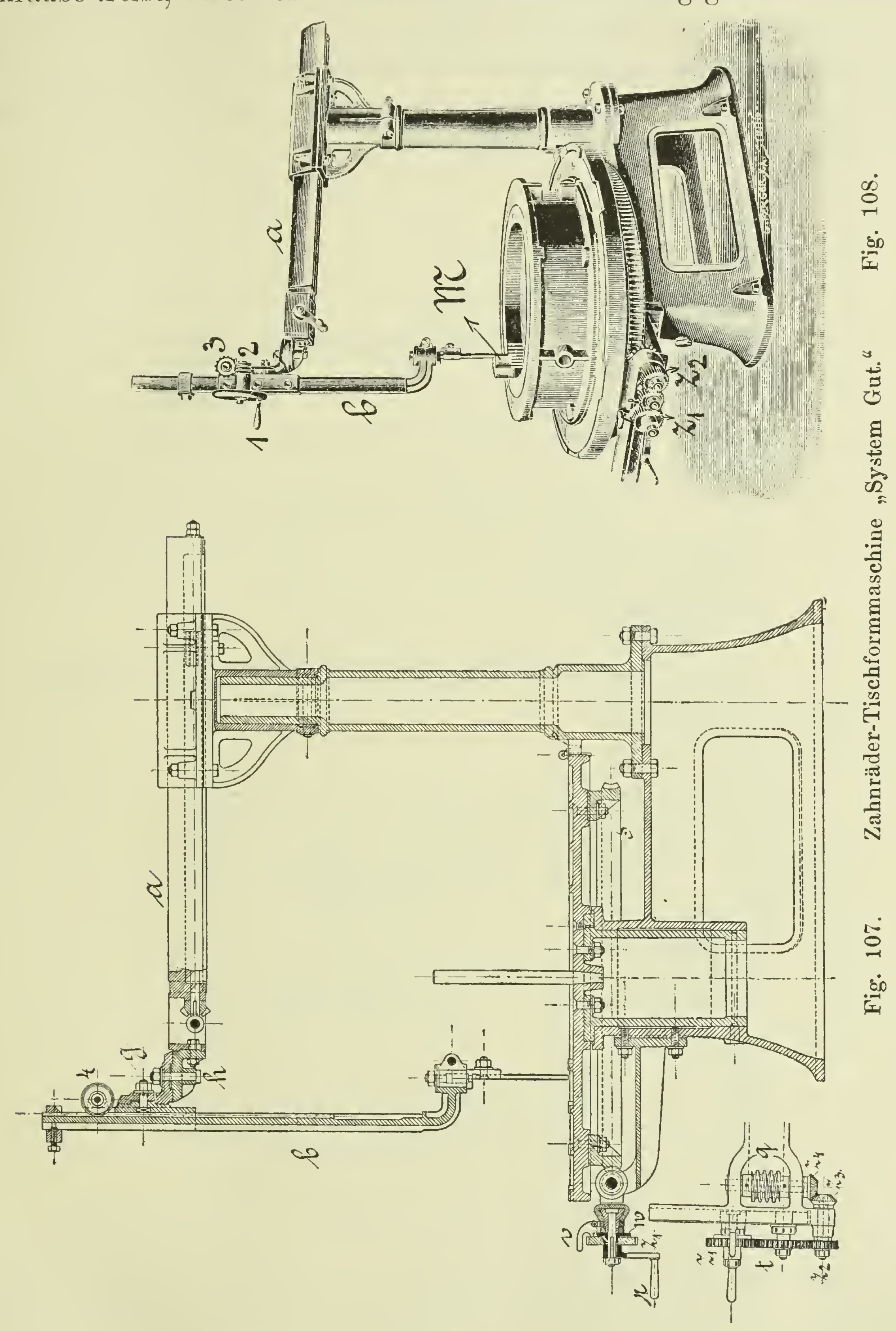


Fig. 107. Zahnräder-Tischformmaschine „System Gut." Fig. 108.

und Kegelräder läßt sich der Vertikalschlitten um einen vertikalen Zapfen *h* und um einen horizontalen Zapfen *g* verdrehen, so daß der Schlitten *b* schräg herausgehoben wird.

Ist das Einformen beendet, dann wird durch Drehen an der Kurbel *n* durch die Räderübersetzung *o* auf *r* eine Schraubenmutter gedreht und hiedurch die mit *m* verbundene Schraube hochgezogen. Nachdem somit *m* genügend ausgehoben wurde, kann die Formmaschine mit dem Auslegerarme *u* seitwärts bewegt und die Form des Zahnrades durch Einlegen der Kerne für die innere Kranzform und Aufsetzen des Oberkastens fertiggestellt werden.

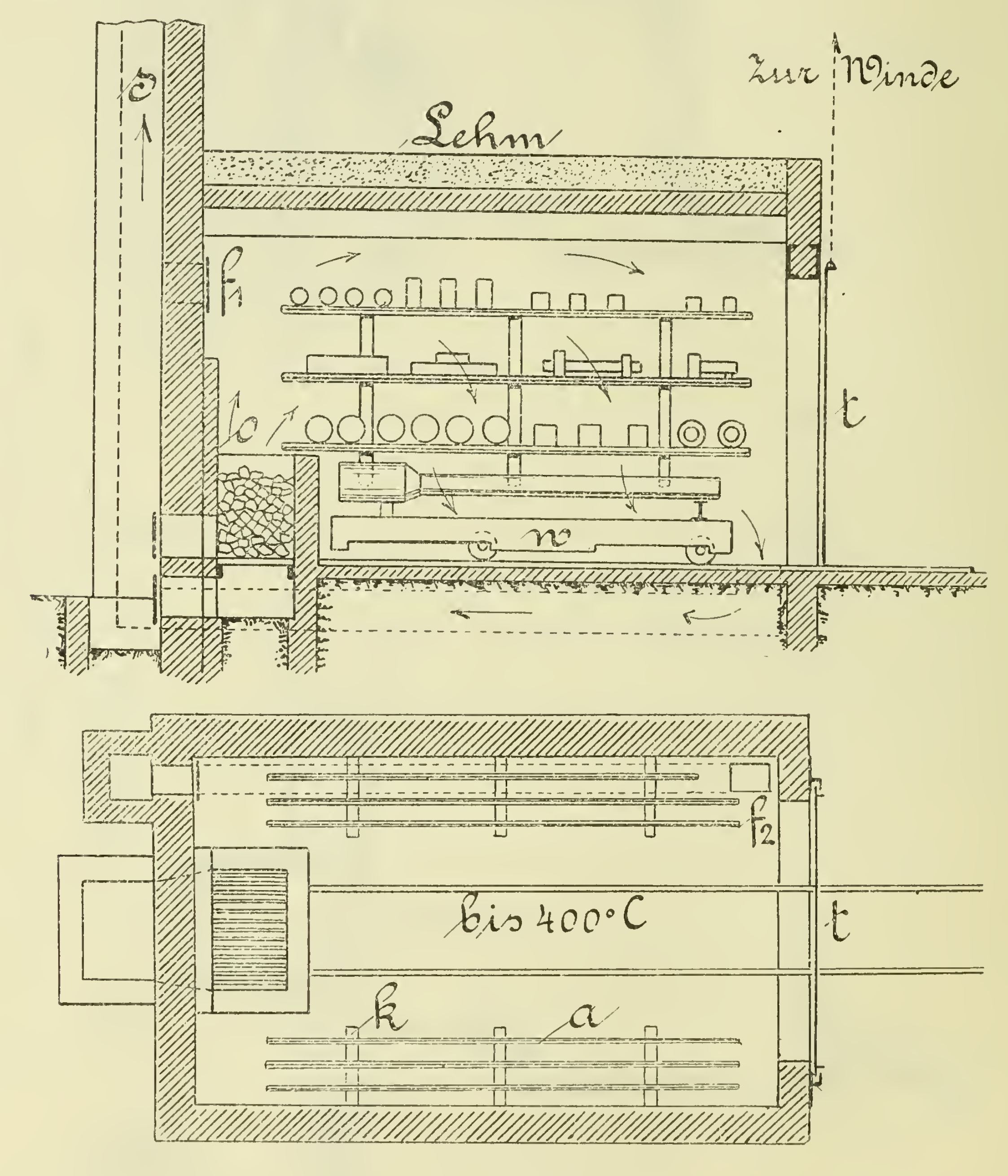


Fig. 109. Trockenkammer.

Bei der Zahnräder-Tischformmaschine (Fig. 107 und 108), die für kleine Räder bis 1250 *mm* Durchmesser dient, wird der Formkasten gedreht, während der Arm mit dem Support feststeht.

Gußformen und Kerne aus Lehm, Masse oder fettem Sande bedürfen einer Trocknung, damit der Abguß fehlerfrei und dicht wird.

Für Stahlguß werden die Formen sogar in der Rotglut gebrannt. Für gewöhnlich benützt man zum Trocknen die Trockenkammern, wie eine in Fig. 109 dargestellt ist. Sie besteht aus einem aus Ziegeln gemauerten rechteckigen Raume von 15 bis 30 m^2 Bodenfläche und 2 *m* Höhe. Die Decke ist gewölbt und noch durch eine Lehmschicht vor Wärmeausstrahlung geschützt. Die schmiedeeiserne Tür läßt sich mit einer Winde heben und senken. Gegenüber der Tür befindet sich der für Koksheizung eingerichtete Ofen *o*. Die Heizgase werden beim Anheizen und bei offener Tür durch den oben befindlichen Rauchabzug f_1, bei geschlossener Tür durch den am Boden angebrachten Fuchs f_2 zum Schornsteine *s* geleitet. Die zu trocknenden Formen und Kerne werden auf Stäbe *a*, die von Wandkonsolen *k* gehalten werden, aufgelegt. Schwere Stücke fährt man auf einem eisernen Wagen *w*, dessen Räder auf Schienen laufen, in die Kammer. Die Zapfen der beiden Radachsen liegen nicht in Lagern, sondern rollen auf den ebenen Unterkanten des Wagenrahmens. Die Temperatur in der Trockenkammer läßt man bis 400° C ansteigen. Je nach der Größe der Kerne beträgt die Trockenzeit 10—15 Stunden.

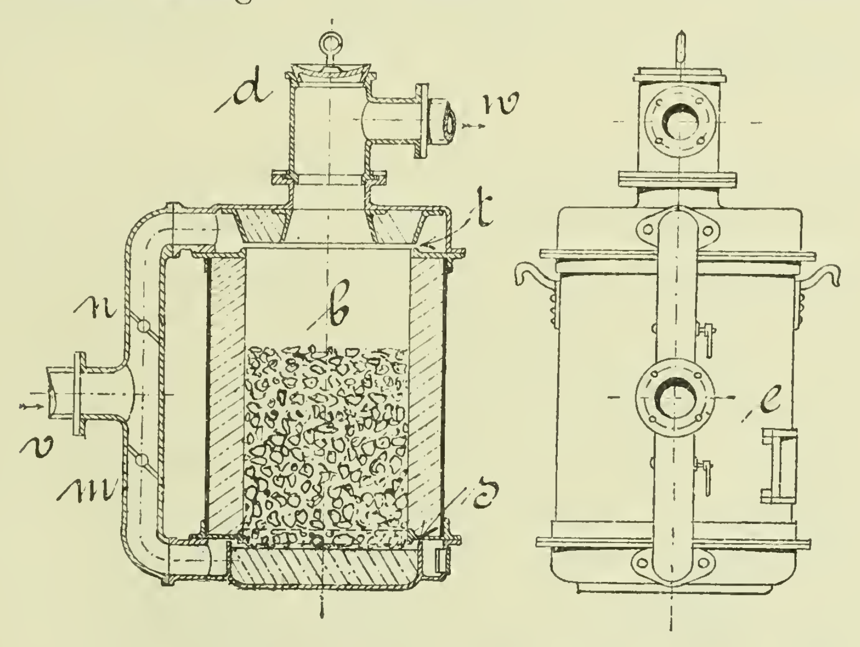


Fig. 109 *a*. **Übertragbare Trockenvorrichtung der Johann Albrechts-Werke.**

Um die Formen gleich an der Stelle zu trocknen, wo sie hergestellt wurden, stellt man eiserne, mit glühender Holzkohle oder Koks gefüllte Körbe auf, oder man benützt vorteilhafter eine mit Hilfe des Kranes schnell übertragbare Trockenvorrichtung Fig. 109 *a*, welche aus einem mit feuerfesten Ziegeln ausgekleideten Behälter *b* besteht, in den seitlich unten und oben eine Abzweigung des Windrohres *v* mündet, durch welches von einem Ventilator Luft zugeführt wird,

während durch ein vom Deckel abzweigendes Rohr *w* die erhitzte Luft weitergeleitet wird. Durch die mit dem Deckel *d* verschlossene Öffnung kann man Koks nachfüllen, durch die Türöffnung *e* die Asche herausnehmen. Die Klappen *m* und *n* dienen dazu, die Luft entweder durch den schmalen Ringspalt *s* und die brennende Koksschicht zu leiten oder durch den Ringspalt *t* über die Glut direkt in die Windleitung *w*. Die zu trocknende Gußform wird mit Blechen überdeckt, der Trockenofen danebengestellt, die Windleitung *w* verlängert und in die Mitte der Form eingeführt; indem sich der heiße Wind in der Form gleichmäßig verteilt, bewirkt er eine gleichmäßige und schnelle Trocknung.

Leistung einer Gießerei.

Die Leistung einer Gießerei ist von der Größe der Bodenfläche abhängig. Ein Former mit einem Hilfsarbeiter vermag nach F. Wilcke im Laufe eines Jahres auf einer Bodenfläche von 40 m^2 rund 50 *t* mittelschweren Gußes einzuformen. Auf die Trockenkammern rechnet man für 100 *t* Eisen 6·6 m^2, auf die Aufbereitung 10% der freien Arbeitsfläche, auf die Putzerei 15%, die Modelltischlerei 10%, die Lagerplätze 20%.

Das Eingießen des geschmolzenen Metalles in die Form.

Um einen reinen, scharfen Guß zu erhalten, muß das Metall entsprechend dünnflüssig sein, die Luft ungehindert aus der Form entweichen können und das eingegossene Metall unter einem gewissen Drucke stehen; letzteren erreicht man dadurch, daß man den Eingußtrichter und die Windpfeifen einige Zentimeter bis einige Dezimeter höher legt als den höchsten Punkt der Form. Das im Eingußtrichter befindliche Metall (der verlorene Kopf, tote Kopf oder Anguß) dient auch dazu, Hohlräume, die sich im Abgusse bilden würden, auszufüllen; der verlorene Kopf bildet den mit Blasen und Hohlräumen durchsetzten Teil des Gußstückes. Man gießt nötigenfalls noch überhitztes Metall in den Eingußtrichter nach und bewegt eine Eisenstange darin auf und nieder, um noch flüssiges Eisen in die Form nachzupumpen und das Saugen zu ermöglichen. (Siehe Stahlgießerei Fig. 121.)

Während des Eingießens muß der Eingußtrichter stets gleichmäßig gefüllt erhalten bleiben, damit das flüssige Metall in einem ununterbrochenen, gleichmäßigen Strome in die Form gelangt. Etwa an der Oberfläche des Metalles schwimmende Schlacke wird mit einer Krücke zurückgehalten. Zuweilen läßt man das Metall an der unteren Stelle der Form tangential einfließen, so daß etwaige Schlacke oder ab-

gebröckelte Formteile auf der Oberfläche des Metalles schwimmend emporgehoben werden und in den verlorenen Kopf gelangen. Hingegen hat das Eingießen von unten den Nachteil, daß das Eisen im oberen Teile der Form viel früher erkaltet als unten.

Erfolgt das Einschmelzen des Metalles in Tiegeln, so werden diese selbst mit der Tiegelzange (Fig. 110) aus dem Ofen herausgehoben und zur Form gebracht. Aus den gußeisernen Kesseln wird das flüssige Metall mit Blechlöffeln ausgeschöpft. Die Flammöfen werden zumeist so hoch angelegt, daß man das flüssige Metall in Rinnen zur Form leiten kann. Von den Kupolöfen erfolgt die Übertragung stets mittels geeigneter Gefäße, die aus Eisenblech hergestellt sind und innen mit Lehm ausgekleidet werden.

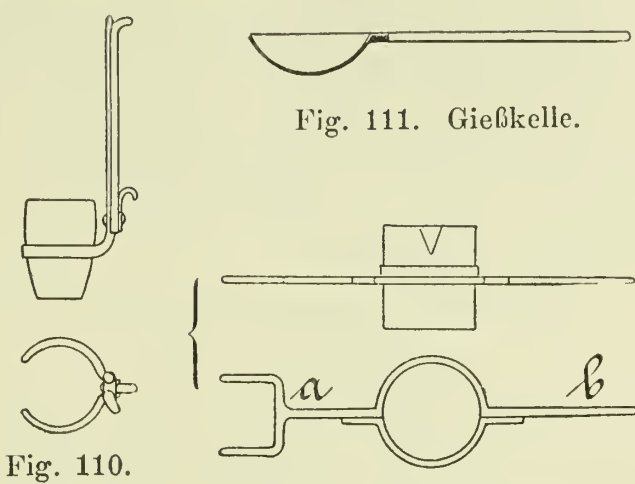


Fig. 110. Tiegelzange.

Fig. 111. Gießkelle.

Fig. 112. Gabelpfanne.

Mit den löffelartigen Gießkellen (Fig. 111) kann ein Mann 15—30 *kg* tragen.

Die Gabelpfanne (Fig. 112) kann 100—150 *kg* Inhalt aufnehmen und wird von zwei Arbeitern getragen; ein Arbeiter faßt die Gabel *a*, der andere den Stiel *b*. Mit der Gabel läßt sich das

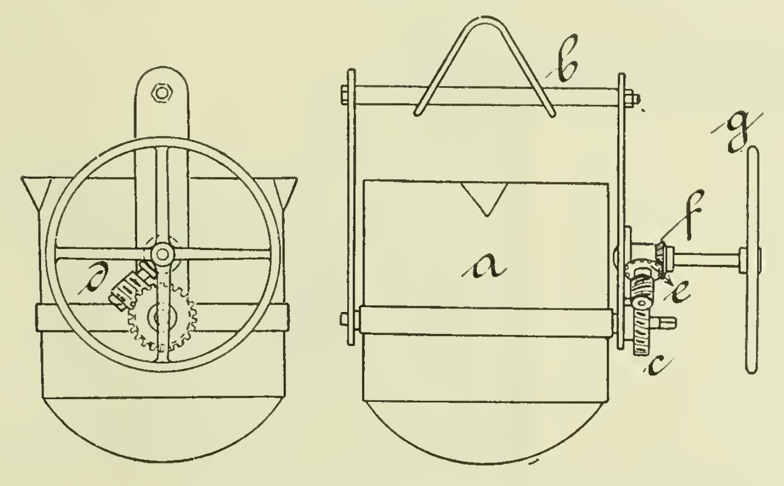


Fig. 113. Große Kranpfanne.

Gefäß bequem neigen. Sind größere Pfannen zu übertragen, so verwendet man den Kran; das Kippen wird durch eine mechanische Vorrichtung besorgt, die gewöhnlich so, wie Fig. 113 zeigt, beschaffen ist. Der Kübel *a* hängt mit zwei Zapfen an zwei Hängeschienen und diese an einer Traverse *b*, die vom Kranhaken erfaßt wird. Auf einem

Zapfen sitzt das Schraubenrad *c*, in welches die Schraube *d* eingreift, die durch Vermittlung der Kegelräder *e* und *f* vom Handrade *g* aus gedreht werden kann, so daß man den Kübelinhalt bequem mit gleichmäßigem Strahle ausgießen kann.

Eine andere Bauart einer Kranpfanne mit Kippvorrichtung, aber ohne Winkelräder, zeigt Fig. 113 *a*, bei der die besondere Sorgfalt bemerkt werden möge, mit der die einzelnen Teile durchgebildet sind, um einen verhängnisvollen Bruch zu verhindern.

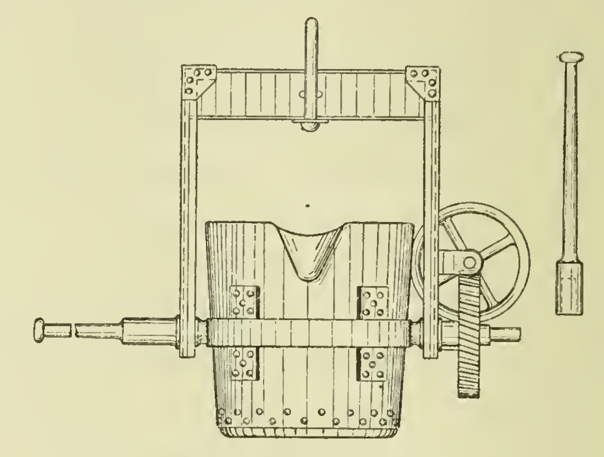


Fig. 113 *a*. Kranpfanne.

Bei großen Gußstücken ordnet man zweckmäßig für das geschmolzene Metall seitlich über der Form einen Sammelbehälter *a* an (Fig. 114). Nach Aufheben eines Pfropfens *b* strömt dann das Metall

Fig. 114. Eingießen aus einem Sammelgefäße.

durch den Kanal *c* in einen Verteilungskanal *d*, von wo es erst in mehreren getrennten, dünnen Strahlen *e* in die Form gelangt. Durch die letztere Anordnung wird vermieden, daß die Kerne durch die einströmende Metallmasse aus ihrer Lage verdrängt werden.

Wenn die Form zu fest ist und zu wenig Luftkanäle vorhanden sind, so dringen die Gase durch die flüssige Metallmasse nach oben und schleudern sie durch die Steigtrichter *f* hinaus. Man nennt diese Erscheinung „Kochen"; der Abguß wird hierdurch in der Regel mit hohlen Stellen durchsetzt. Wird der Formsand an einer Stelle weggespült, so entsteht eine Erhabenheit; dagegen bilden sich dort, wo sich der weggespülte Formsand ablagert, Vertiefungen, die der Gießer „Schilpen" nennt.*)

B. Gießerei im besonderen.

1. Eisengießerei. Das Gußeisen kann man wohl unmittelbar vom Hochofen aus gießen; jedoch ist es hiebei schwer, die verlangte Qualität zu erzielen; man wendet daher fast ausschließlich den Umschmelzbetrieb an, bei dem für jede besondere Gattung von Gußware durch Vermischen (Gattieren) verschiedener Eisensorten und Brucheisen eine passende Qualität von Eisen erhalten wird. Zum Umschmelzen wird der Kupolofen benüzt; der Tiegel nur für kleine Gußstücke, hauptsächlich schmiedbaren Guß. Der Flammofen kommt nur in Anwendung, wenn große Stücke Alteisen, z. B. Walzen, zum Umschmelzen kommen.

Manche Gießereien verlangen, daß das bezogene Gießerei-Roheisen eine gewisse Zusammensetzung habe, z. B. bei drei verschiedenen Sorten für verschiedene Zwecke

Silizium nicht weniger als . .	2·5	1·95	1·35%
Schwefel „ mehr „ . .	0·03	0·04	0·05%
Phosphor „ „ „ . .	0·6	0·7	0·8 %
Mangan „ „ „ . .	0·5	0·7	0·9 %
Kohlenstoff etwa . .	3 bis 4·5	2·9 bis 4·2	2·5 bis 4%

Vom Koks soll der Schwefelgehalt bekannt sein, denn es ist nicht gleichgültig, ob er $^3/_4$% oder $1^1/_2$% davon enthält und hiedurch den Schwefelgehalt des Gußeisens verschieden beeinflußt.

Nach W. J. Keep steht das Schwindmaß des Gußeisens im Verhältnis zum Siliziumgehalte. Wenn man also in einer

* Näheres Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure, 1905.

gußeisernen Form einen Probeabguß macht, so kann man aus dem gemessenen Schwindmaße einen Schluß auf den Siliziumgehalt machen. Ist das Schwindmaß zu groß, so erfordert das Eisen mehr Silizium; es wird dann Siliziumeisen, welches 6—15% Silizium enthält, zugesetzt. Neuerer Zeit setzt man auch Ferrosilizium mit 50—80% Silizium dem bereits geschmolzenen, in der Gußpfanne befindlichen Gußeisen in gepulverter Form zu. Bereits ein Zusatz von ½% solchen Pulvers macht den Abguß bemerkbar weicher, fester und zäher. Setzt man 2% Ferrosilizium zu ganz harter Eisenmischung zu, so erhält man ein weiches, graues Gußeisen.

Z. B. schwindet Gußeisen bei 1·78% 2·04% 2·26% Silizium
um 1·4 % 1·24% 1·16%.

Der Übelstand des zu starken Schwindens macht sich besonders bemerkbar, wenn man beim Einschmelzen zu viel alten Maschinenbruch zusetzt, indem der letztere durch das vielleicht schon mehrmalige Umschmelzen seinen Siliziumgehalt verloren hat.

Manganeisen enthält 1—2·5% Mangan; letzteres wird im Kupolofen zugesetzt, um einen Teil des Kohlenstoffes zu binden und so den Abguß fester zu machen. Für Hartguß verwendet man Roheisen mit 2% Mangan. Umgekehrt bewirkt Silizium die Ausscheidung des Kohlenstoffes; die Gußhaut, d. h. die jedes Gußstück einhüllende harte Kruste weißen Roheisens wird dünner. Hoher Kohlenstoffgehalt bewirkt eine harte, dünne Gußhaut, bei wenig Kohlenstoff wird die Gußhaut dick, aber weicher. Durch schnelle Abkühlung des in die Form gegossenen Eisens kann die Gußhaut stärker gemacht werden. Phosphorhaltiges Eisen (1%) ist sehr dünnflüssig und wird daher für dünnwandigen, ornamentalen Guß verwendet; das Material ist aber wenig fest und brüchig. Für Hartguß soll der Phosphorgehalt nur 0·3% betragen.

Werden dem Roheisen beim Umschmelzen Stahlabfälle zugesetzt, so ist die Benennung „Stahlguß" für dieses Erzeugnis nicht zutreffend, weil es nicht schmiedbar ist, immer noch die Eigenschaften des Roheisens besitzt und nur eine besondere Qualität desselben darstellt.

Um die Festigkeit des Gußeisens zu bestimmen, gießt man einen quadratischen Stab von 30 *mm* Seite und 1·1 *m* Länge, legt ihn auf zwei Stützen, die 1 *m* voneinander entfernt sind, und belastet ihn allmählich in der Mitte, bis er bricht. Die Bruchbelastung soll mindestens 450 *kg* betragen.

Die Abgüsse läßt man für gewöhnlich in der Form vollständig abkühlen, um sie vor zu schneller Abkühlung und vor Oxydation zu

schützen. Bei offenem Herdgusse streut man zu dem Zwecke Kohlenpulver auf. Hat dagegen das Gußstück an einer Stelle eine größere Masse, so wird diese Stelle künstlich gekühlt, z. B. die Naben von Riemenscheiben, indem man sie entblößt und mit Wasser bespritzt.

Die herausgenommenen Gußstücke werden in der Gußputzerei geputzt, indem Angüsse, Gußnähte, anhängende Drahtstifte, vorstehende Kernstützen sowie der Sand mit Meißel, Säge, Feile und Stahldrahtbürsten entfernt werden. Nicht gut erreichbarer Kernsand wird

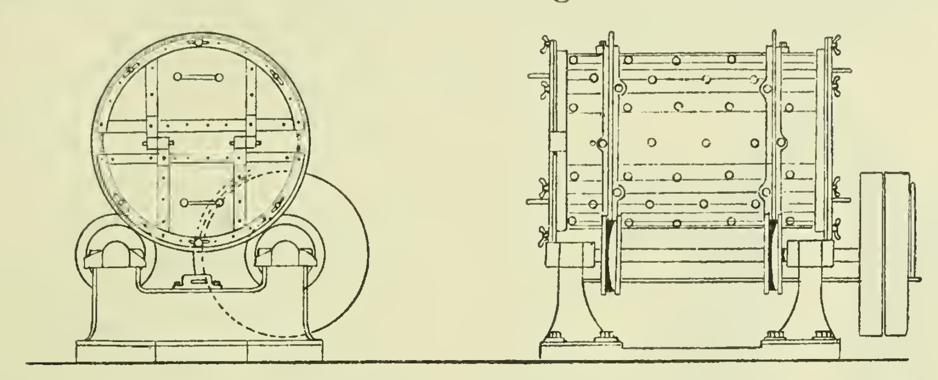


Fig. 115. Putztrommel.

mit einem Wasser- oder Dampfstrahl ausgewaschen. Verzogene Gußstücke lassen sich im glühenden Zustande mit hölzernen Schlegeln geraderichten.

Große Gießereien verwenden zum Gußputzen das Sandstrahlgebläse, welches im Jahre 1871 von B. Ch. Tilghman erfunden wurde. Hiebei wird mit einem Drucke von 1 Atm. Preßluft auf die Gußstücke darauf geblasen; indem in die Druckleitung stetig auch scharfer Quarzsand zugeführt wird, so treffen die Sandkörner gegen die Oberfläche der Gußstücke und reinigen sie nicht allein von anhaftenden Fremdkörpern, sondern es wird auch die Gußhaut zum Teil entfernt.

Für kleine Gußstücke verwendet man vielfach eine Putztrommel (Fig. 115). In die liegende Trommel werden von der Stirnseite aus eine Anzahl dieser Gußstücke und Steine eingetragen und die Trommel auf vier unterstützenden Rollen in Rotation gebracht, indem zwei derselben von der Transmission gedreht werden. Hiebei werden die Gußstücke blank gescheuert, wobei die losgeriebenen Sand-, Kohlen- und Eisenteilchen aus der Trommel durch die im Mantel befindlichen Löcher herausfallen.

Haben Gußstücke eine zu harte Gußhaut erhalten, so werden sie durch Tempern (Adoucieren) weich gemacht. Das Verfahren besteht darin, daß man sie in Tontiegeln oder in eisernen Kasten in Kohlenpulver einbettet, diese dann in einen Glühofen einsetzt, zur hellen Rotglut erhitzt und dann mit dem Ofen durch mehrere Tage

auskühlen läßt; hiedurch wird das weiße Gußeisen, welches die harte Gußhaut bildet, in weiches, graues Gußeisen verwandelt.

Die Röhrengießerei. Man unterscheidet zwei Arten von gußeisernen Rohren: Scheiben- oder Flanschenrohre, die an jedem Rohrende eine Scheibe rechtwinklig zur Achsenrichtung angegossen haben, so daß zwei benachbarte Rohre durch Schrauben verbunden werden können, und Muffenrohre, bei denen das eine Rohrende zu einer Muffe erweitert ist, so daß das Ende des einen Rohres in die Muffe des folgenden hineingesteckt werden kann; letztere finden hauptsächlich für Gas- und Wasserleitungen viel Verwendung. Die gußeisernen Muffenrohre werden in besonderen, eigens eingerichteten Gießereien in einer aus fünf Teilen zusammengesetzten Form (Fig. 116) stehend gegossen. Auf der Bodenplatte *a* steht der Formkasten *b*, der Kern *c* mit dem Muffenringe *d* und oben ist der Eingußring *e*. Der gußeiserne Formkasten *b* ist der Länge nach geteilt und mit Bolzen verbunden. Um das Rohr einzuformen, wird der geschlossene Kasten auf die Bodenplatte *a* gestellt, nachdem vorher auf dieser Bodenplatte das eiserne Modell des Rohrmuffes befestigt wurde. Dann läßt man das Modell für den Rohrmantel in den Kasten hinab; nachdem das Modell unten konisch ist und in eine konische Bohrung des Muffmodells einpaßt, so zentriert es sich von selbst. Dann wird in den ringförmigen, $2^1/_2$—5 *cm* breiten Spalt zwischen Formkasten und Modell Sand eingefüllt und mit langen Stangen festgestampft. Anstatt den Sand festzustampfen, kann man ihn auch zusammendrücken, indem ein am unteren Ende dickeres Modell (Fig. 117) angewendet wird, das nach dem Vollfüllen des Formkastens mit Sand mit Maschinenkraft herausgezogen wird. Nachdem das Innere mit einer Lampe untersucht wurde, wird ein Eimer voll Schwärze — Wasserblei und Anthrazit-Kohlenpulver in Wasser eingerührt — in die Form gegossen, um den Sand zu überdecken, und dann die Form auf den Trockenofen gestellt, so daß die Hitze hindurchstreicht; auf diese Weise wird die Form über Nacht getrocknet.

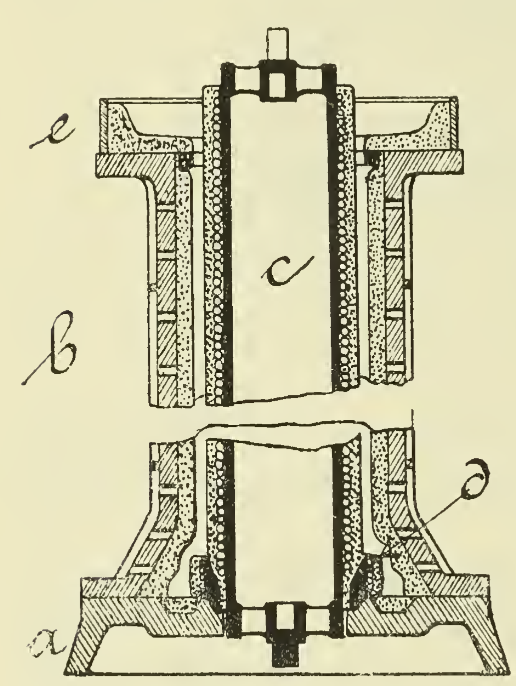


Fig. 116. Stehende Form eines Muffenrohres mit dem Muffe unten.

Um die Form behufs Trocknung nicht transportieren zu müssen, kann man sie auch hängend anordnen und, wie Fig. 116 *a* zeigt, einen

fahrbaren Trockenofen *o* darunterstellen. Der Deckel *a* ist zu dem Zwecke aufgeklappt. Behufs Aufhängung sind an den Formkästen *b* die Pratzen *p* angegossen, welche auf den Querträgern *q* aufruhen. Die Querträger finden ihre Auflage auf den Traversen *t* der Gewölbedecke zwischen ebener Erde und erstem Stocke. Das Eingießen erfolgt also auch vom ersten Stocke aus, man braucht sohin keine Grube.

Der Kern wird auf einer Kernspindel — einem eisernen oder stählernen Rohre mit vielen eingebohrten Löchern, um die Gase entweichen zu lassen — gebildet. Diese Spindel wird auf zwei Böcken oder in einem Gestelle wagrecht gelagert und mit einem Getriebe von der Transmission aus gedreht.

Auf die Spindel wird zuerst in engen Schraubenwindungen ein fingerstarkes Strohseil aufgewickelt, um den Kern nachgiebig zu machen und dem Schwinden des Gußeisens Rechnung zu tragen. Darauf wird eine Lehmschicht aufgetragen und so der erste Überzug gebildet. Mit einem Abstreichbrett, einer Art Schablone, wird die Oberfläche gerundet und der Kern auf einen etwa $2^1/_2$ *cm* kleineren Durchmesser gebracht, als er im fertigen Zustande sein soll. Dann wird der Kern auf den Kernwagen aufgeladen und in die Trockenkammer eingefahren, um über Nacht zu trocknen. Der getrocknete Kern kommt wieder auf die Maschine und der zweite, mehr sandige und offene Überzug, etwa 12 *mm* dick, wird aufgetragen. Dieser zweite Überzug besteht aus einer Mischung von Sand, Sägespänen und altem Kernmaterial. Nach dem zweiten Trocknen wird der Kern mit einer Mischung von pulverisiertem Koks, Anthrazit und Sirup geschwärzt.

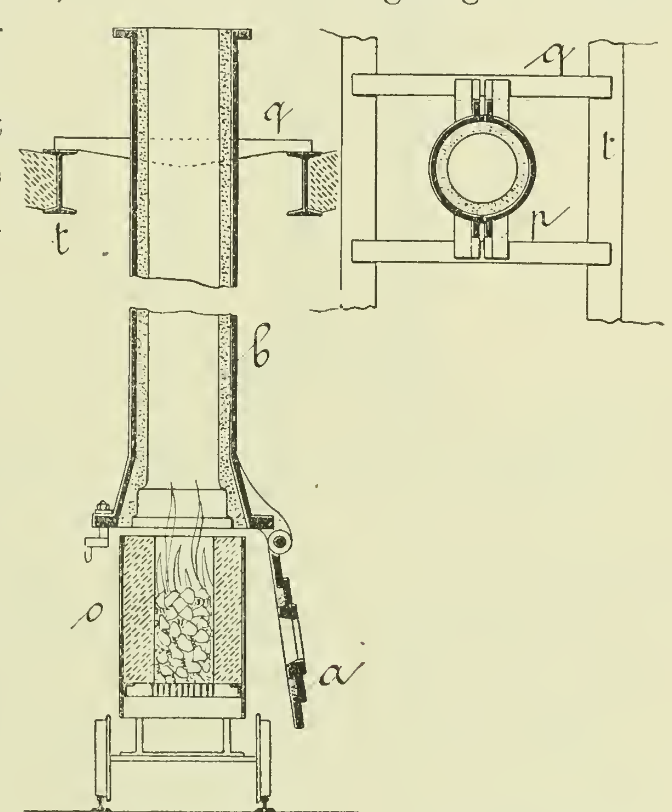


Fig. 116 *a*. Hängender Formkasten beim Trocknen.
a Bodenplatte, *b* zweiteiliger Formkasten, *o* fahrbarer Ofen, *p* angegossene Pratzen, *q* Querträger, *t* Gewölbeträger.

Nach dem Eingießen des Metalles in die Form verbrennt das Strohseil zum Teil; so ist hiedurch für das Schwinden des Gußeisens gesorgt. Der nach unten kommende Teil des Kernes muß etwas stärker

gemacht werden, da die Rohre 4 *m* lang gegossen werden, der untere Teil des Kernes beim Eingießen des Metalles sonach einen starken Druck auszuhalten hat und hiedurch zusammengedrückt wird; bei einem 1·2 *m* weiten Rohre beträgt die Zugabe etwa 3 *mm*.

Der Muffenring *d* wird auf einer besonderen Bank wie der Kern *c* mit Strohseil umwickelt und weiter aus Lehm gebildet. Bei

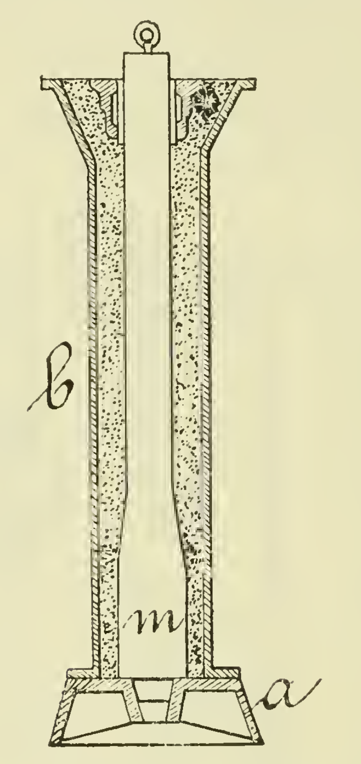


Fig. 117. Einformen des Formkastens mit dem Modell *m*.

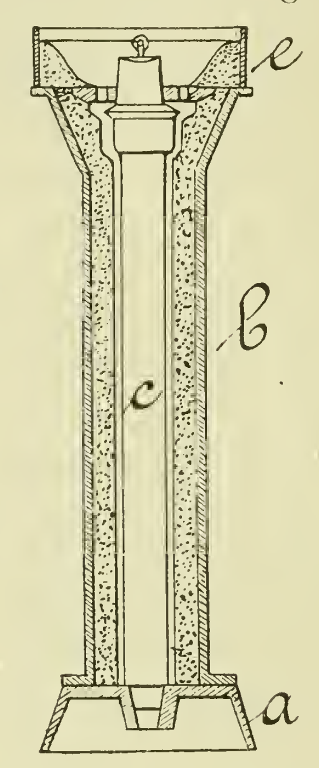


Fig. 118. Form eines Muffenrohres mit dem Muffe oben.

kleinen Rohren, bis D = 250 *mm*, wird der Muffenkern einfach durch eine Verdickung des Kernes *c* gebildet, wie die fertige Form Fig. 118 zeigt, wo der Muff oben ist.

Das für die Röhrengießerei verwendete Roheisen muß fest und zäh sein und etwa folgende Zusammensetzung haben (Engineer 1901, S. 444).

Rohrweite	100—150 *mm*	300—400 *mm*	1200 *mm*
Silizium %	2·25	1·75	1·5
Schwefel % ·	0·06	0·07	0·08
Phosphor %	1·25	1·00	0·80
Mangan %	0·4	0·4	0·4
Gebundener Kohlensoff %	0·4	0·4	0·4
Graphitischer „ %	3—3·2	3—3·2	3—3·2

Beim Schmelzen des Eisens im Kupolofen soll man ja nicht an Koks sparen, indem bei nicht genügend überhitztem, also träge fließendem Eisen viele Abgüsse fehlerhaft werden.

Schalenguß oder Hartguß.

Soll die Lauffläche des Kranzes eines gußeisernen Rades hart sein, während die Scheibe und Nabe aus normalem, weichen und zähen

Gußeisen bestehen soll, so stellt man die Gußform nach Fig. 119 aus drei Teilen zusammen und macht den mittleren Teil — die Schale *m* — selbst aus Gußeisen und gibt ihr die 2—2 $^1/_2$-fache Wandstärke des Radkranzes. Hiedurch wird beim Eingießen des geschmolzenen Gußeisens in die Form das mit der Schale *m* in Berührung kommende Gußeisen plötzlich erstarren und es bildet sich eine 1—2 *cm* starke Schicht von weißem harten Gußeisen.

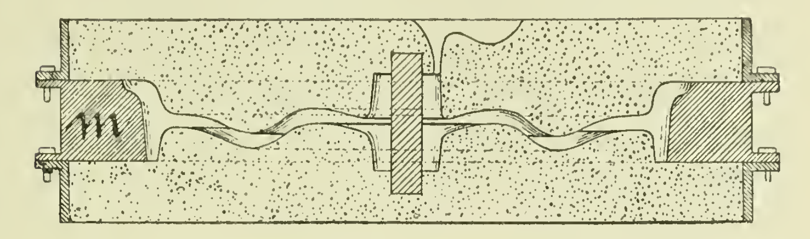
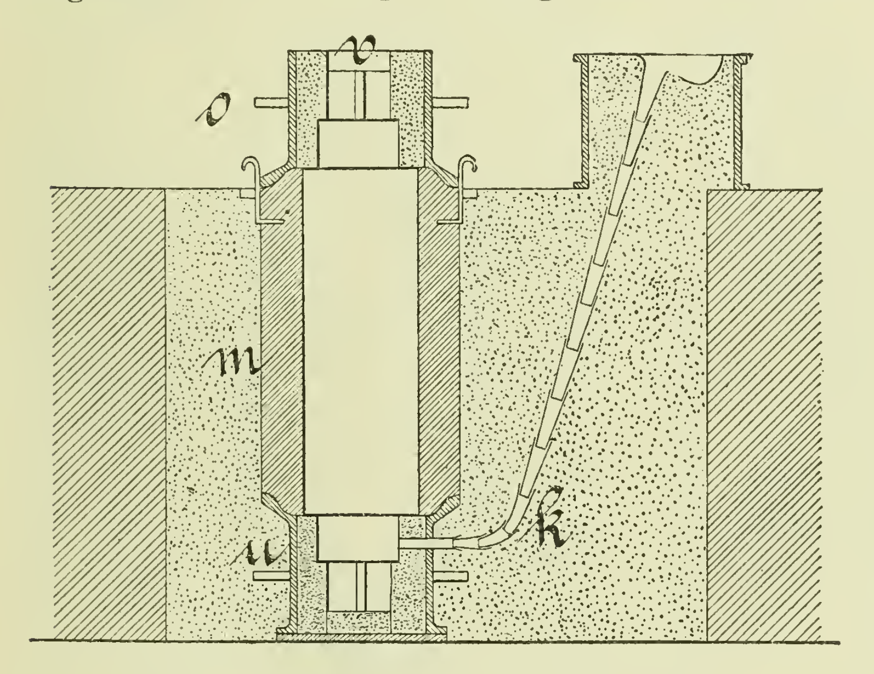
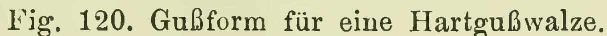


Fig. 119. Schalenguß.

Die Form einer Hartgußwalze (Fig. 120) besteht aus dem Unterkasten *u*, der Schale *m* und dem Oberkasten *o*. Die ganze Form ist in eine gemauerte Vertiefung des Herdes — in die Dammgrube — eingestellt. Der Einguß erfolgt von unten durch den Kanal *k*, der




Fig. 120. Gußform für eine Hartgußwalze.

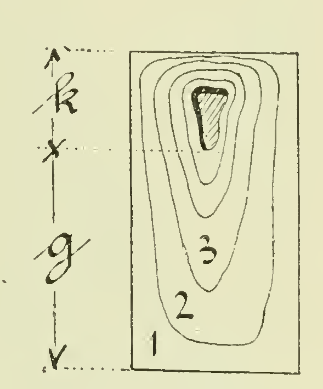


Fig. 120*a*. Bildung der Lunker bei Stahlblöcken.

tangential in die Form eintritt und dadurch eine kreisende Bewegung des Eisens beim Aufsteigen in der Form bewirkt; hiedurch wird etwa mitgerissene Schlacke nahe der Achse auf dem Eisen schwimmend sicher in den „verlorenen Kopf" *v* befördert. Die gußeiserne Schale *m* muß vor dem Gusse etwas vorgewärmt werden, damit sie nicht reißt.

Schmiedbarer Guß, auch Weichguß oder getemperter Eisenguß genannt, wird aus Gußeisen hergestellt, welches den Kohlenstoff gebunden enthält, indem man durch Glühen in Eisenoxyden z. B. Roteisenstein) den Kohlenstoff größtenteils entfernt. Dieses so

hergestellte Material hat die Eigenschaften des Schmiedeisens und man kann somit leicht und billig Bestandteile für Schlösser, Fensterbeschläge, Teile für Nähmaschinen, landwirtschaftliche Maschinen, Webstühle u. s. f. erzeugen, die sonst nur schwierig durch teuere Schmiedarbeit herzustellen wären. Das zu verwendende Gußeisen ist ein halbiertes mit etwa $3^1/_2$ % Kohlenstoff, 0·5 % Silizium und 0·1 % Mangan. Das Glühen erfolgt in Gußeisentöpfen oder Blechkasten je nach dem Querschnitte der Stücke durch etwa 2—5 Tage, worauf man sie durch $1^1/_2$ Tage langsam erkalten läßt.

2. Stahlgießerei. Der Stahl wird entweder unmittelbar aus der Bessemerbirne oder aus dem Martinofen gegossen oder in besonderen Tiegeln geschmolzen. Die Herstellung der Formen ist schwieriger wegen der hohen Temperatur, die sie auszuhalten haben. Als Formmaterial wählt man für verlorene Formen ein Gemenge von Schamotte und Ton, für dauernde Formen dagegen Stahl oder Gußeisen. Indem wegen der Schwindung der Abguß in der Metallform nicht erkalten darf, wird gleich nach dem Eingießen und Erstarren des Materials die mehrteilige Form auseinandergenommen.

Beim Gießen von Stahl bilden sich im Innern des Gußstückes infolge des Schwindens besonders große Hohlräume, „Lunker" genannt (Fig. 120 *a*), welche das Aufgießen eines großen verlorenen Kopfes *k* nötig machen, damit das eigentliche Gußstück *g* tadellos erscheint. Der Vorgang ist folgender: Zuerst erstarrt die äußere Kruste 1, dann die weiter innen liegende Schicht 2, sodann 3 u. s. f. und schließlich bleibt ein leerer Hohlraum übrig. Bei Gußeisen ist das Schwinden nicht so stark, weil durch das Ausscheiden des Graphits beim Erstarren eine Volumsvergrößerung, das „Treiben", eintritt, so daß nur bei den festeren Eisenmischungen für Zylinderbüchsen, Windkessel u. dgl., ein verlorener Kopf vom Gewichte von 15 bis 20 % des Gewichtes des Gußstückes erforderlich ist; beim Stahlguß wiegt der verlorene Kopf dagegen 50 % und mehr. Um diesen großen verlorenen Kopf zu vermeiden, wird der Stahl in starke Kokillen gegossen und dann einem hohen Preßdrucke ausgesetzt oder nach einem neuen Verfahren (nach einem Berichte von J. Riemer*) durch Warmhalten des Kopfes das erforderliche Volumen des verlorenen Kopfes vermindert; man setzt zu dem Zwecke auf die Kokille eine Art Bunsenbrenner auf, dem man gewöhnliches Generatorgas und Ventilator-Druckluft, die beide in einem Röhrenwärmer vorgewärmt sind, zuführt. Das Gemisch wird dort entzündet und die Stichflamme unmittelbar auf die Ober-

*) Zeitschrift des Ver. Deutsch. Ing., 1903, Bd. 46.

fläche des flüssigen Metalles geleitet. Hiedurch wird der Kopf flüssig gehalten, und da der Stahlblock von unten auf und an den Seiten erstarrt, so kann sich kein bleibender Hohlraum bilden, weil ein entstehender Hohlraum sofort wieder ausgefüllt wird.

3. Messinggießerei. Messing wird in Tiegeln legiert und geschmolzen. Das Einformen geschieht zumeist in Sand, selten in Lehm Dem fetten Sande wird $^1/_3$ seines Volumens Kienruß zugesetzt, ferner auch Bier, Sirup, Mehlkleister u. s. w., um ihn recht plastisch zu machen und die Form trocknen zu können. Gewöhnlich handelt es sich nur um kleine Stücke, die im Kasten eingeformt werden. Indem das Messing beim Festwerden und Erkalten stark schwindet, müssen die Abgüsse in noch glühendem Zustande aus der Form herausgenommen und etwaige Sandkerne herausgestoßen werden. Die Angüsse werden mit der Säge abgeschnitten, die Gußnähte mit der Feile entfernt.

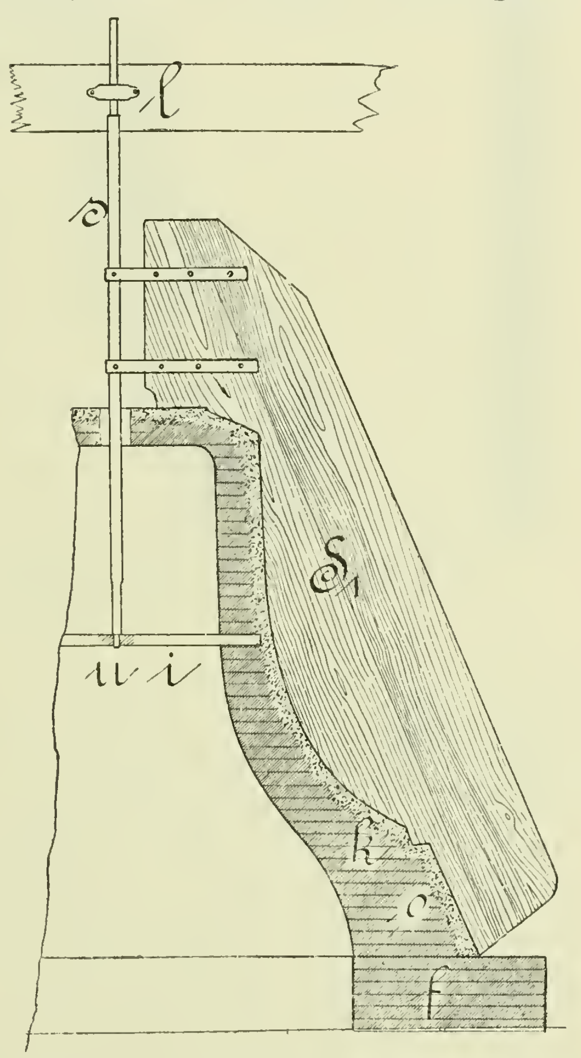


Fig. 121. Anordnung der Kernschablone.

4. Bronzegießerei. Für kleinere Gußstücke erfolgt das Schmelzen gleichzeitig mit dem Zusammensetzen im Tiegel, für größere Stücke benützt man den Flammofen. Kleinere Stücke formt man in fettem Sande, große dagegen in Lehm ein. In Fig. 121 und 121 *a* ist das Einformen einer größeren Glocke dargestellt. Zuerst wird in der Dammgrube der Kern aufgemauert, mit Lehm überkleidet und mit der Schablone S_1 genau rund und glatt gemacht. Die Schablonenspindel *s* hat in dem eingemauerten Quereisen *i* bei *u* das Fußlager und an einem Querbalken bei *l* das Halslager. Nachdem der Kern durch ein im Innern entzündetes Kohlenfeuer getrocknet und mit einer Isolierschicht aus Asche überzogen wurde, wird wieder Lehm aufgetragen und mit einer zweiten Schablone die Lehmglocke *g* (das Hemd) gebildet und getrocknet. Inschriften und Verzierungen, welche an der Außenfläche der Glocke angebracht werden sollen, werden in Wachs geformt und

auf das Hemd aufgesetzt. Nach dem Auftragen einer Aschenschicht wird der Mantel *m* hergestellt, indem man eine Lehmschicht nach der anderen aufträgt und wieder trocknen läßt; außen kann man Ziegel verwenden. Der ganze Mantel wird netzartig mit Reifen und Drähten umgeben und mit Zughaken versehen. Nach dem Trocknen wird der Mantel mit einem Krane abgehoben und die Lehmglocke vom Kerne losgeschlagen. Die Form wird dann ausgebessert und geputzt; das Wachs war schon beim Trocknen herausgeschmolzen. Der Hohlraum des Kernes wird mit Sand ausgefüllt und der Mantel aufgesetzt;

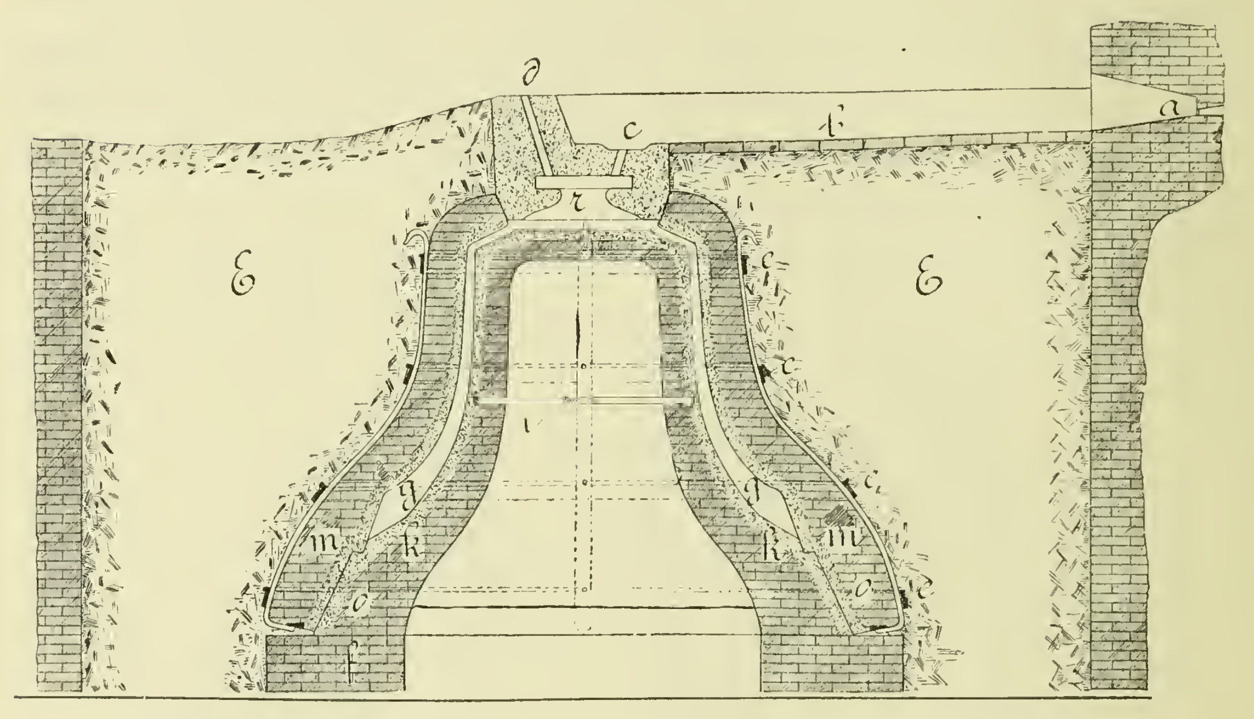


Fig. 121*a*. Einformen einer Glocke nach R. Herold, Glockengießerei in Komotau in Böhmen.

hiebei setzt sich der Mantel unten auf den Kern auf und zentriert sich. Dieser Teil *o* der Form heißt das Schloß. Oben wird die Form mit der Krone *r* abgeschlossen, welche nach einem Modell geformt wurde; in dieselbe wird ein Bügel, der Klöppelhaken, eingelegt, damit er mit eingegossen wird. Die fertige Form wird mit Sand *E* umstampft. Das geschmolzene Metall (Glockenspeise) läßt man unmittelbar vom Flammofen durch das Stichloch *a*, die Rinne *b* und den Einguß *c* einfließen, während die Luft durch den Steiger *d* entweicht. Große Statuen und Büsten werden nach verschiedenen Verfahren eingeformt. Ein Verfahren besteht z. B. darin, daß man aus Gips ein Modell in der wirklichen Größe verfertigt. Über diesem Modell wird eine aus vielen Teilen bestehende Gipsform gemacht, welche dann, wenn man sie ohne Modell zusammensetzt, eine Hohlform bildet, die der äußeren Gestalt der herzustellenden Statue entspricht. Bevor man jedoch die Hohlform

zusammensetzt, wird auf der Innenseite jedes einzelnen Teiles eine so starke Wachsschicht aufgetragen, als die Wandstärke des Abgusses — die sogenannte Hemddicke — betragen soll. Die Formteile werden sodann über einem Gerüste von Eisenstäben — dem Kerngerüste — zusammengesetzt, der Hohlraum mit einem flüssigen Gemenge von Gips und Ziegelmehl ausgegossen, dann die äußere Gipsform abgenommen, das hiedurch bloßgelegte, wächserne Modell nach Erfordernis ausgebessert, endlich über dem Wachse eine haltbare Lehmform hergestellt. Wird nun unter und um die Form herum Feuer angemacht, so schmilzt das Wachs heraus und die Lehmform wird entsprechend hart gebrannt.

5. Zinkgießerei. Das Schmelzen erfolgt in gußeisernen Kesseln. Zum Formen benützt man feinen Sand; auch hat man für die Herstellung von Massenartikeln, wie Buchstaben und Aufschriften, Lampenfüßen, Bildsäulen, Vasen u. dgl., Gußformen von Messing, Bronze oder Eisen, die vor dem Gusse gehörig angewärmt werden.

6. Zinngießerei. Wenn aus gesundheitlichen Rücksichten kein Bedenken obwaltet, setzt man dem Zinn eine größere Menge Blei hinzu, weil man hiedurch scharfe Güsse erhält, so bei den als Kinderspielzeug dienenden Soldatenfiguren, Kreiseln u. dgl. Als Material für die Formen dient Metall, auch Schieferstein und Gips, sogar Holz oder Papier kann für wenig Abgüsse verwendet werden. Die Gießformen aus Metall und Stein werden vor dem Eingießen erwärmt und innen mit Ruß, Lehm oder Kreide überzogen, um das Anhaften des Zinnes zu verhindern. Das geschmolzene, gehörig heiß gemachte Zinn wird aus dem Kessel geschöpft und in die Formen gegossen; man unterscheidet hiebei das Heißgießen und das Kaltgießen. Bei ersterem ist das Metall fast glühend heiß und die messingene oder eiserne Form wird ebenfalls durch Eintauchen in das flüssige Metall stark vorgewärmt. Wenn man dann nach dem Eingießen die Form sofort mit einem nassen Lappen abkühlt, so erhält der Abguß eine reine, von Grübchen freie Oberfläche; außerdem erhält er eine besondere Härte. Beim Kaltgießen wird das Zinn nur so weit erhitzt, daß es an der Oberfläche keine farbige Oxydschicht erhält. Die Form wird sofort nach dem Erstarren des Metalles geöffnet, der Abguß mit einem nassen Pinsel abgekühlt und durch Klopfen gegen die Form von letzterer abgelöst.

Als Beispiel von Zinngießerformen diene:

a) Die Form einer Kapsel mit Gewinde Fig. 122. Sie ist dreiteilig aus Messing hergestellt. Der untere Teil *c* trägt das Gewinde

und wird im Schraubstock eingespannt. Die beiden Seitenteile *b* und *a* haben hölzerne Handgriffe zum Anfassen und werden mit einem ringförmigen Falz *f* zentrisch gegen *c* zusammengehalten. An die eigentliche Form setzt sich ein entsprechend hoher Eingußkanal *e* an.

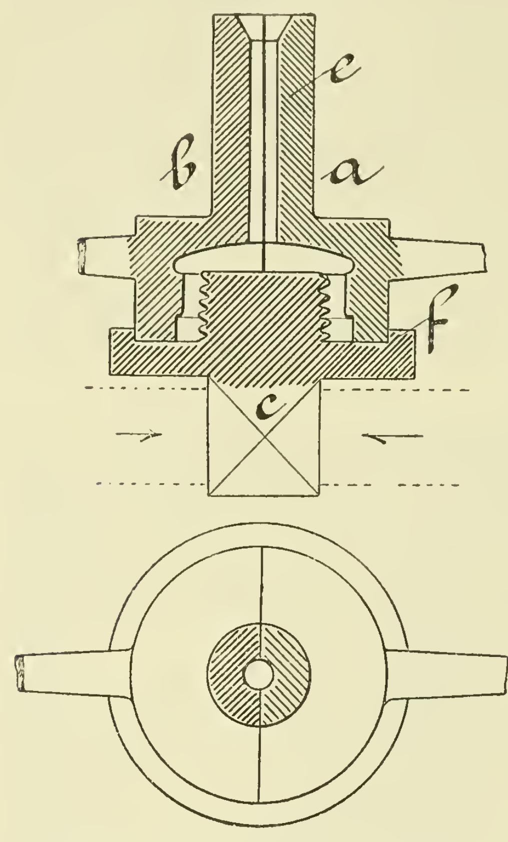


Fig. 122. Kapsel mit Gewinde.

b) Die Form eines Bechers. Der Längsschnitt Fig. 123 zeigt die zusammengesetzte Form, der Querschnitt Fig. 124 den Mantel, der Querschnitt Fig. 125 den Kern. Der Mantel besteht aus den beiden Teilen *a* und *b*, die durch den Bodenteller *c* und den Kopfteller *d* mittels Ringfalzen zusammengehalten werden. Nach oben zu schließen sich an den zylindrischen Mantel die Eingußkanäle *e* an mit der Eingußrinne *f*. Der Kern ist hohl und besteht aus der Bodenscheibe *g* und mehreren Seitenstücken (1—8), die sich aus dem Gusse nacheinander, der Numerierung entsprechend, herausziehen lassen. Die Kernteile werden mit der Schraube *s* zusammengehalten.

7. Bleigießerei. Aus Blei werden nur wenig Gußwaren erzeugt, so Platten, Röhren, Fensterblei, Gewehrkugeln und Schrot. Das Hartblei, bis 20% Antimon und andere Metalle enthaltend, wird zu Kunstguß, also Figuren, Lampenfüßen u. dgl. verwendet und als Schriftmetall.

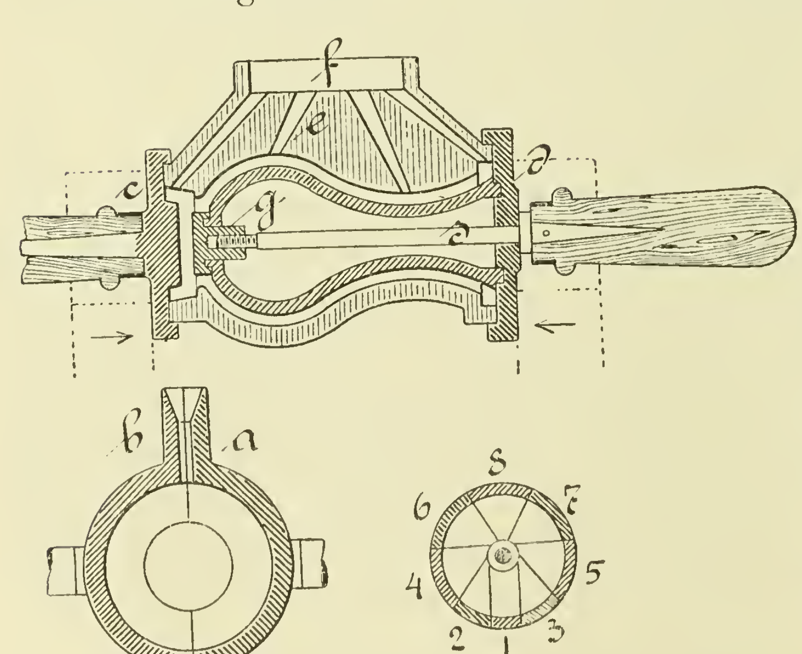


Fig. 123—125. Form eines Bechers.

Bleiplatten werden in einer geschlossenen, aus zwei Gußeisentafeln mit Randleisten bestehenden Form gegossen und dann noch durch Walzen zu einer beliebigen Dicke ausgewalzt. Die Kugelformen

haben die Gestalt einer Zange, deren zwei Maulflächen halbkugelig ausgehöhlt sind. Der Flintenschrot besteht aus Bleikügelchen von 6 *mm* bis herab zu 0·6 *mm* Durchmesser, die man erhält, indem man geschmolzenes Blei in die Schrotform gießt, d. i. eine Pfanne aus Eisenblech, deren Boden mit runden Löchern versehen ist. Damit das Blei nicht in einem zusammenhängenden Strahle durch die Löcher läuft, ist der Boden der Form mit einer lockeren Masse von Bleikrätze, Bleischaum und Bleiasche bedeckt, so daß das daraufgegossene Blei nur allmählich durchsickert. Die Schrotform ist auf einem 30 *m* hohen Schrotturme aufgestellt, damit die Bleitropfen während des Herabfallens durch die Luft abgekühlt werden und erstarren. Unten werden sie in einem Wasserbehälter aufgefangen, mittels Sieben sortiert und endlich in einer Poliertrommel mit Reißblei poliert. Das zur Schrotfabrikation verwendete Blei muß etwas Arsen oder Antimon enthalten, da es hiedurch befähigt wird, kugelrunde Tropfen zu bilden.

Treibt man den fallenden Bleitropfen einen kräftigen Luftstrom entgegen, so genügt eine Fallhöhe von 15 *m*, um sie zum Erstarren zu bringen.

II. Das Schmieden.

Unter Schmieden versteht man die Formgebung durch Hämmern, wobei das Metall ausgestreckt, gestaucht, gebogen oder verdreht wird. Der Hammer ist ein zur Formgebung besonders geeignetes Werkzeug, wie folgende Betrachtung zeigt:

Trifft ein Gewicht G (Fig. 126) mit der Geschwindigkeit v auf ein Arbeitsstück a auf, so hat es im Moment des Auftreffens die lebendige Kraft

$$\frac{M v^2}{2} = \frac{G\,kg}{9{\cdot}81} \cdot \frac{v^{m^2}}{2}$$

Fig. 126.

in Meterkilogramm in sich aufgespeichert. Beim Auftreffen auf das Arbeitsstück wird plötzlich die Weiterbewegung des Gewichtes G gehemmt und es übt auf das Arbeitsstück einen Druck P aus; infolgedessen wird das Arbeitsstück um den Betrag s zusammengestaucht, also eine Arbeit $P \,.\, s$ geleistet, die der obigen lebendigen Kraft gleichzusetzen wäre, wenn keinerlei Verluste vorhanden wären, also

$$\frac{G}{9{\cdot}81} \frac{v^2}{2} = P \,.\, s.$$

Z. B. angenommen

$$G = 5\ kg$$
$$v = 10\ m$$
$$s = \text{gewöhnlich nur klein} = 5\ mm = 0{\cdot}005\ m,$$

so ist P rund 5000 *kg*.

Man sieht also, daß man mit einem Fallgewicht von 5 *kg* ohne weitere Hilfsmittel eine Schlagkraft von 5000 *kg* erzeugen kann. Um z. B. ein 10 *mm* starkes Rundeisen im kalten Zustande mittels einer langsam wirkenden Druckpresse der Länge nach zusammenzustauchen, brauchte man eine Kraft von $10^2 \frac{\pi}{4} . 45 = 3500\ kg$; diese Kraft und eine noch größere kann der Mensch einfach durch Hammerschläge mit einem Vorschlaghammer ausüben; der Hammer ist somit für die Umformungsarbeiten ein wichtiges Werkzeug.

Wie bei anderen Arbeitsleistungen, so geht auch bei der Hammerarbeit ein Teil der im Hammer aufgespeicherten Energie verloren, indem die Unterlage nachgibt, das Arbeitsstück in sich selbst elastisch ist und nach dem Schlage wieder expandiert, ebenso der Hammer, so daß in dem gegebenen Beispiel der Eisenstab nicht 5 *mm*, sondern nur etwa 2—3 *mm* gestaucht würde, wenn man einen praktischen Versuch machte. Aus dieser Betrachtung ergibt sich auch, daß ein einziger kräftiger Schlag viel ausgiebiger ist als mehrere schwache Schläge, denn die Formveränderung tritt erst dann ein, nachdem die Elastizitätsgrenze überschritten ist; bei ganz schwachen Schlägen ist der Wirkungsgrad gleich Null, indem die ganze lebendige Kraft des Hammers durch die elastische Nachgiebigkeit verzehrt wird.

Die Größe einer Arbeitsleistung ist bekanntlich durch das Produkt aus Kraft mal Weg gegeben. Die nötige Kraft ist aber wieder proportional dem Querschnitte des zu stauchenden Stabes, folglich ist die Arbeitsleistung auch proportional dem Querschnitte des Stabes mal dem Stauchungswege s oder dem Volumen des verdrängten Materials, ähnliche Körperformen und gleiches Material vorausgesetzt.

Anmerkung. Eine ähnliche Regel findet man in der Sprengtechnik: „Die Ladungen verhalten sich wie die Volumen der Wurfkegel.“*)

Die meisten schmiedbaren Metalle haben die Eigenschaft, im glühenden Zustande weich zu werden und sich daher leichter umformen zu lassen.

*) Näheres siehe Friedrich Kick, „Vorlesungen über mechanische Technologie“.

Nach Versuchen von Kollmann ist z. B. die Zerreißfestigkeit

	bei 0 bis 100°	200°	300°	400°	500°	600°	700°	900°	1100° C	
von Schweißeisen mit 0·1% C .	37	36	32	27	14	7	6	2	1	*kg/mm²*
von Feinkorneisen mit 0·12% C .	40	39	38	34	18	12	9	4	2	„
von Bessemereisen mit 0·23% C .	58	57	55	35	20	15	10	5	3	„

Man sieht daraus, daß bei 700° (Dunkelrotglut) die Festigkeit auf etwa $^1/_6$ gefallen ist, bei 900° (Kirschröte) auf $^1/_{10}$, bei 1100° (Dunkelorange) auf $^1/_{20}$ der Festigkeit im kalten Zustande. Das Schmieden erfolgt daher vorteilhaft im hellglühenden Zustande bei 900—1100°.

Die Elastizitätsgrenze der Metalle wird durch das Erhitzen bis zur Rotglut noch bedeutend schneller herabgerückt als die Bruchgrenze; innerhalb der beiden Grenzen werden die Metalle bei den verschiedenen Schmiedearbeiten beansprucht, es wird hiebei die Elastizitätsgrenze überschritten, ohne die Bruchgrenze zu erreichen. Man muß aber auch Ausnahmen von dieser Regel gut beobachten. Bei Schmiedeisen, z. B. insbesondere bei Flußeisen, ist in der sogenannten „Blauhitze“ (200—300°), wo ein Glühen noch nicht zu bemerken ist und eine blankgeschabte Stelle blau anläuft, eine kritische Temperatur, bei der das Eisen spröder ist als im kalten Zustande; bei dieser Temperatur darf sonach das Eisen nicht geschmiedet, beziehungsweise Kesselblech nicht gebogen werden. Kupfer wird gewöhnlich in dunkelrotglühendem Zustand verarbeitet. Würde man es bis nahe zur Schmelztemperatur erhitzen, so ließe es sich in einem Mörser zu Pulver zerstoßen. Bronze mit 20% Zinn ist bei beginnender Rotglut schmiedbar, bei deutlicher Rotglut spröde. Messing mit 35—40% Zink ist in Rotglut schmiedbar, Tombak hingegen mit bis 18% Zink verliert bei der Erwärmung an Geschmeidigkeit. Blei, Zinn, Nickel, Gold und Silber werden in kaltem Zustande verarbeitet, Zink bei 150°, Aluminium bei 400°, Platin auch in der Weißglut.

1. Die Schmiedefeuer und Glühöfen.

Zum Erhitzen gewöhnlicher Schmiedestücke verwendet man die Schmiedefeuer, bei welchen sie unmittelbar in einen glühenden Kohlenhaufen hineingesteckt werden, und zwar Wandfeuer, freistehende Schmiedefeuer und Feldschmieden. Für Bleche, Waggonfedern, schmiedeiserne Rohre u. dgl. hat man Glühöfen, wo die Stücke in einen

entsprechend großen Herd eingelegt werden, über welche eine langgezogene Flamme hinstreicht und so eine gleichmäßige Erwärmung bewirkt. Bisweilen muß man die zu glühenden Stücke, wie dünne Bleche, Draht u. dgl., auch gegen Verrußen oder gegen die oxydierende Wirkung der Flammen schützen und zu dem Zwecke in gußeiserne oder gußstählerne Kasten einpacken oder in Muffeln einlegen; diese Öfen heißen Gefäßöfen. Als Brennmaterial verwendet man beim Schmiedefeuer die Schmiedekohle, eine stark backende Nußkohle, die nicht viel Schwefel enthalten soll. Seltener findet Koks Anwendung. Die Kupferschmiede verwenden zumeist Holzkohle.

Fig. 127 zeigt ein Wandfeuer mit Seitenwind; *h* ist eine aus feuerfesten Ziegeln gebildete Grube, der Herd. Durch die Düse *d*,

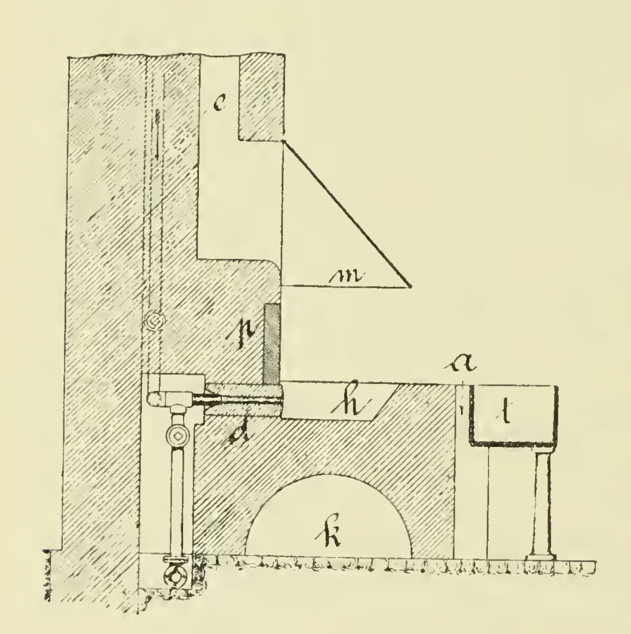


Fig. 127. Wandfeuer.

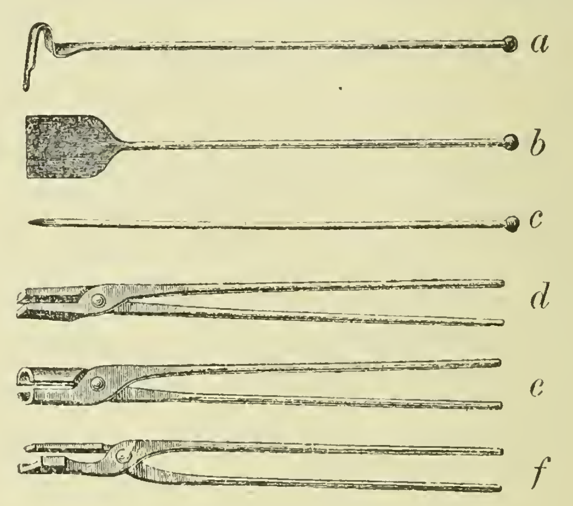
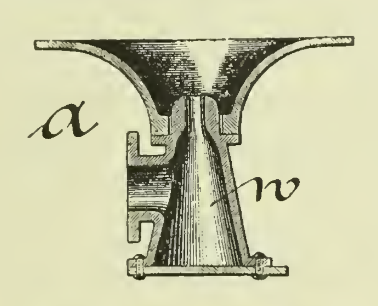


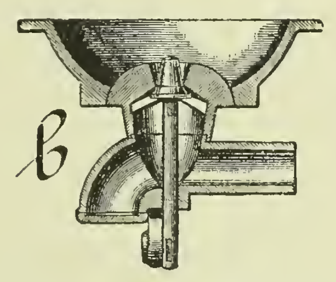
Fig. 128. Schmiedefeuer-Geräte.
a Schürhaken, *b* Feuerschaufel, *c* Löschspieß, *d* Flachzange, *e* Rundzange, *f* Quadratzange.

auch Form oder Eßeisen genannt, wird Wind eingeblasen, der durch ein Zweigrohr von der Hauptwindleitung heraufkommt und dort mit einem Lufthahn abgesperrt werden kann. Die Wand wird durch eine starke, gußeiserne Brandplatte *p* geschützt. Vor dem Herde ist ein gußeiserner Doppeltrog *t* angeordnet, dessen eine Hälfte mit Wasser, dessen andere mit Schmiedekohle gefüllt ist. Der Raum *k* dient für den Kohlenvorrat, der Spalt *a* zum Entfernen der Schlacke. Die Rauchgase werden durch den Rauchfang oder Hut *m* zur Esse *e* geleitet. An Hilfsgeräten benötigt der Schmied eine Feuerschaufel (Fig. 128 *b*) zum Aufgeben der Kohlen, einen Schürhaken *a* zum Ordnen der Kohle am Herde; ferner dient ein Löschwedel, das ist ein an einen Stab gebundenes Reisig- oder Hadernbündel, dazu, nach vorherigem Eintauchen in den Wassertrog die brennende Kohle zu bespritzen und so das Feuer oberflächlich abzulöschen und aus der backenden Kohle eine deckende Kruste zu

bilden. Unter dieser Kruste entwickelt sich eine helle Weißglut. Der Spieß *c* wird benützt, um die Kruste zeitweise durchzustoßen, damit die Rauchgase herausblasen können. Kurze Schmiedestücke werden beim Einlegen ins Feuer mit passenden Schmiedezangen gehalten, wovon in Fig. 128 drei Arten dargestellt sind. Beim Einlegen hat man darauf zu achten, das Schmiedestück in schon entgastes Brennmaterial zu betten, damit es keinen Schwefel aufnimmt; auch soll der Wind nicht unmittelbar darauf blasen, sonst wird das Stück lange nicht warm und es entsteht viel Abbrand.

Das Wandfeuer bietet wohl den Vorteil, daß es in der Werkstätte keinen freien Platz wegnimmt und der Kamin sich leicht an der Gebäudemauer hinaufführen läßt, hingegen ist es für größere Schmiedestücke unbequem, ja manche kann man gar nicht ins Feuer einlegen. Bekommt das Feuer Unterwind, so kann man den Herd schon weiter von der Wand wegrücken; der Wind gelangt dann zuerst in eine unter der Kohlenmulde befindliche Windkammer *w* (Fig. 129 *a*) und von da durch ein,





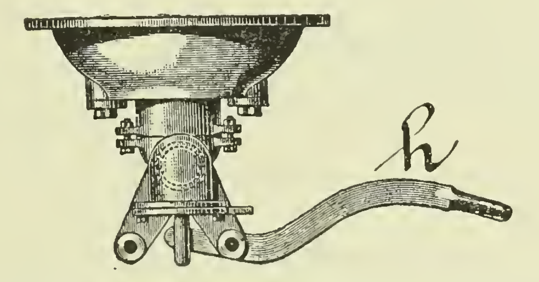


Fig. 129. **Eßeisen mit Kohlenmulde:** *a* **nicht verstellbar,** *b* **verstellbar.**

eine starke, leicht auswechselbare Gußeisenkappe darstellendes Eßeisen in den Herd. Damit sich der Wind im Herde gleichmäßig verteilt und nicht so leicht Kohlenstückchen in die Blaseöffnung des Eßeisens hineinfallen, wird letztere meist kreisring- oder spaltförmig gemacht. In der in Fig. 129 *b* dargestellten Ausführung läßt sich mit einem Hebel *h* ein kegelförmiger Dorn in der Blaseöffnung höher oder tiefer einstellen und so der Querschnitt nach Bedarf verändern; auch kann man mit dem Dorne etwaige Schlackenansätze oder eingeklemmte Kohlenteilchen beseitigen.

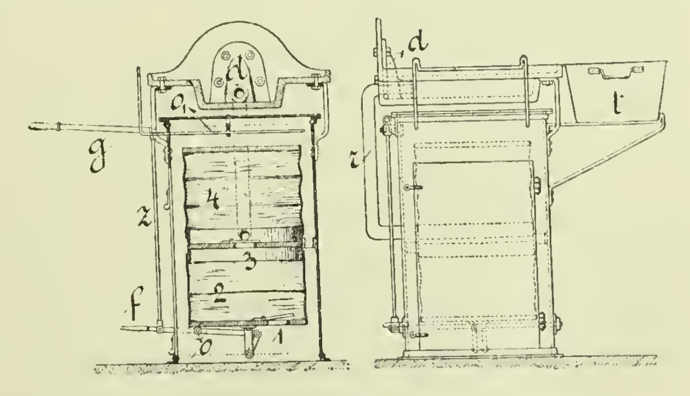


Fig. 130. Feldschmiede.

Kleine Schmiedefeuer, die bei Aufstellung von Maschinen, Brücken und ähnlichen Arbeiten dienen, richtet man fahrbar oder tragbar ein. So zeigt Fig. 130 eine sogenannte Feldschmiede, bei der die gußeiserne Herdmulde auf einem zylindrischen Blechkasten aufgeschraubt ist, in welche durch eine seitliche Düse *d* Wind eingeblasen wird. Der Kohlen- und Wassertrog *t* ist auf zwei Konsolen befestigt.

2. Gebläse für Schmiedefeuer.

Um dem Schmiedefeuer die nötige Verbrennungsluft zuzuführen, verwendet man verschiedene Gebläse: die Balgen, die Schleudergebläse oder Ventilatoren und die Kapselgebläse. Der in Fig. 131 gezeichnete doppelte Blasbalg besteht aus dem Boden *b*, welcher z. B. mit Hängeschienen an der Decke befestigt ist und an dem der untere Boden *a* und der obere Boden *c* mittels je eines Ledergelenkes *s* verbunden ist. Zwischen *a* und *b* sowie *b* und *c* sind gefaltete Lederwände vorhanden. Das Gewicht *p* zieht den unteren Boden *a* herunter und es wird somit durch die Saugklappe 1 in den Raum 2 Luft eingesaugt. Hebt man mittels der Zugvorrichtung z_1—g—z den unteren Boden, so wird die Luft in dem Behälter 2 zusammengepreßt; diese öffnet die Druckklappe 3 und gelangt in den Sammelbehälter 4, von wo sie durch das Rohr *r* zum Schmiedefeuer strömt. Das Gewicht *q* drückt den Oberboden mit gleichbleibendem Drucke nieder.

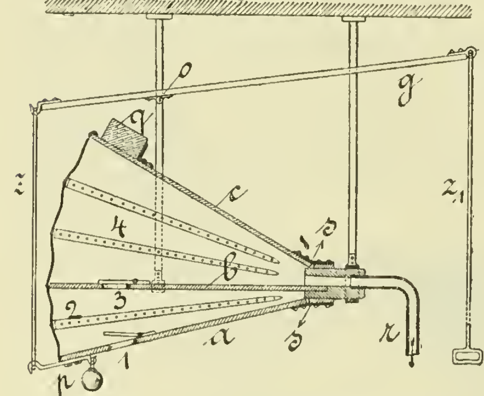


Fig. 131. Doppelter Blasbalg.

In der Feldschmiede (Fig. 130) ist ein sogenannter Zylinderbalg eingebaut, wie er zuerst von Josef Schaller in Wien im Jahre 1843 verwendet wurde. Die Wirkungsweise ist ähnlich wie bei dem vorigen. Der untere Boden kann sowohl von dem Handhebel *g* als auch von dem Fußtritthebel *f* gehoben werden.

Ein Ventilator ist in Fig. 132 und 133 dargestellt und das zugehörige Flügelrad *f* in den Fig. 134 und 135 besonders gezeichnet. Er besteht aus einem gußeisernen Gehäuse, in welchem das Flügelrad rotiert. Die sechs Flügel *f* sind aus ganz dünnem Bleche verfertigt und radial gestellt zwischen zwei kegelförmig gestalteten Blechringen *a* und *b* eingenietet, die ihrerseits wieder mit einem gußeisernen Armsterne *c* verbunden sind. Die Welle *w* ruht in zwei beweglichen

langen Lagern und wird von zwei Riemen, die auf den Riemenscheiben r aufliegen, angetrieben. Durch die schnelle Drehung wird die zwischen den Flügeln befindliche Luft nach außen geschleudert und durch das spiralförmig sich erweiternde Gehäuse g zur Rohrleitung

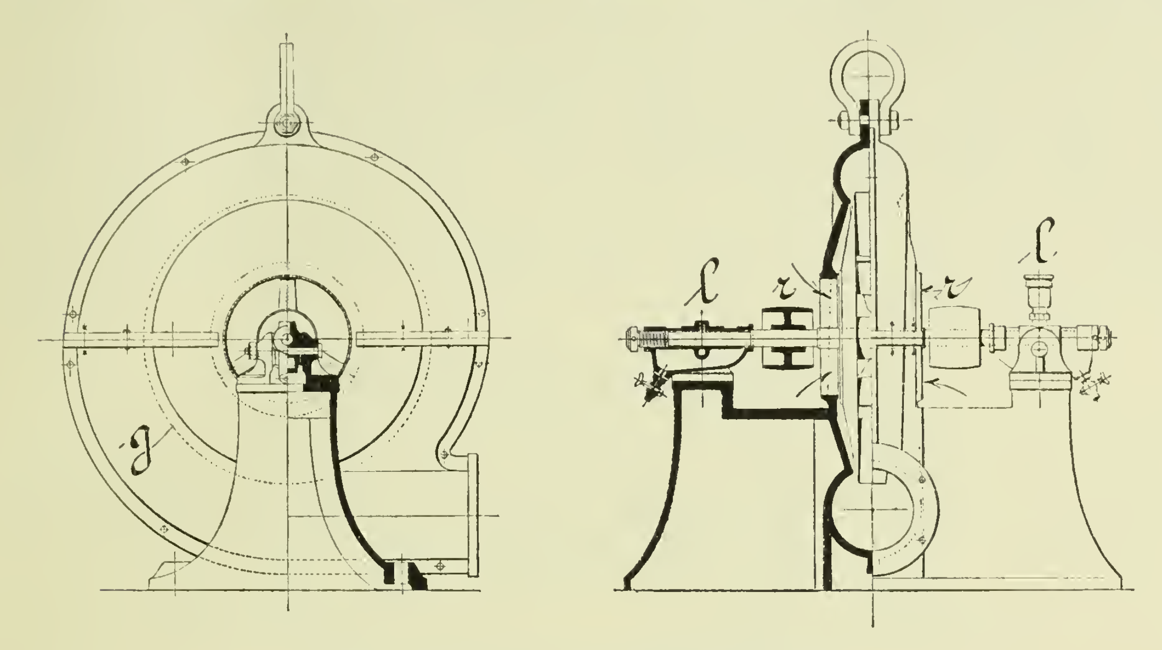


Fig. 132 und 133. Hochdruckventilator.

geführt. Die Flügel werden nach G. Schiele zweckmäßig nach außen schmäler gemacht und von zwei seitlichen Blechringen eingeschlossen, damit die Luft ohne viel unnötige Wirbelbewegung und Geräusch nach außen strömt.

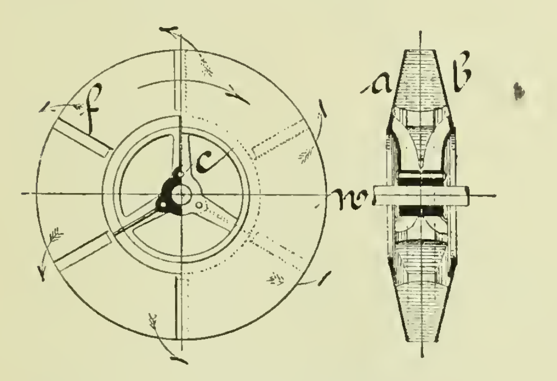


Fig. 134 und 135. Flügelrad.

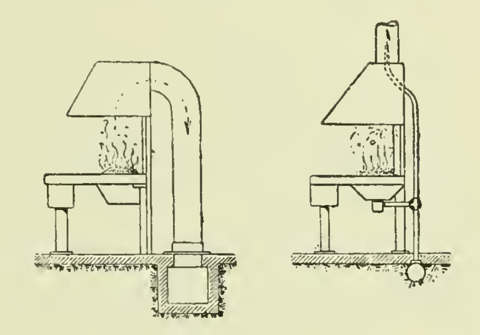


Fig. 136 und 137. Mechanische Rauchabsaugung.

Ein Hochdruckventilator von G. Schiele von 400 *mm* Flügeldurchmesser und 120 *mm* Ausblasmündung liefert bei 3000 minutlichen Umdrehungen minutlich 20 m^3 Luft von 200 *mm* Wassersäule Überdruck und versorgt acht Schmiedefeuer mit je 30 *mm* Düsenweite; er verbraucht hiebei 2 PS. Die Rohrleitung muß so groß sein wie die Ausblasöffnung des Gehäuses g oder bei langer Leitung etwas weiter; sie darf auch keine scharfen Ecken haben, sonst stößt sich der Wind und es entsteht Druckverlust. Bei gemauerten Wind-

leitungskanälen nehme man doppelt so große Querschnitte und sorge für einen glatten Verputz.

Große Schmiedewerkstätten werden neuerdings mit einer mechanischen Vorrichtung zur Beseitigung des Rauches ausgestattet. Bei der Anordnung Fig. 136 werden die Rauchgase und zum Teil auch Luft aus der Werkstätte in einen gemauerten, unterirdischen Kanal geleitet und von dort durch einen Saugflügel abgesaugt. Bei der in Fig. 137 dargestellten Anordnung wird durch ein dünnes Rohr Gebläsewind in den Rauchfang eingeblasen und dadurch der Zug verbessert. Für ein gewöhnliches Schmiedefeuer verbraucht der Saugflügel zum Absaugen der Rauchgase 0·7 PS.

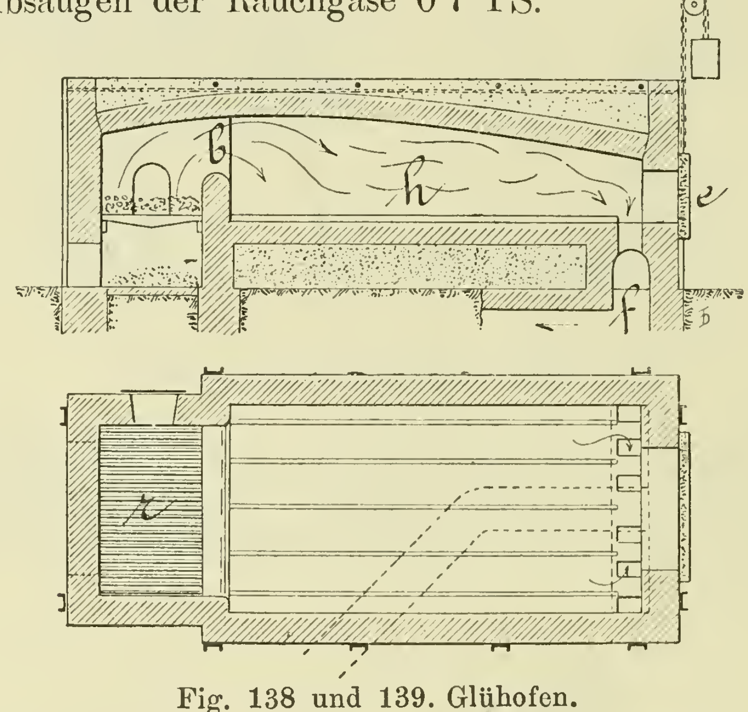


Fig. 138 und 139. Glühofen.

Außer den Schmiedefeuern werden für besondere Zwecke, so zum Erhitzen großer Schmiedestücke, die unter dem Dampfhammer bearbeitet werden, sowie zum Glühendmachen von Blechen, Waggonfedern u. dgl. große gemauerte Glüh- oder Wärmöfen angewandt, wie einer in Fig. 138 und 139 im Auf- und Grundriß dargestellt ist.

Das Brennmaterial kommt auf den Rost *r*, die Flammen schlagen über die Feuerbrücke, durchziehen schwelend den 3—4 *m* langen Herd und gehen bei der Einsatztür *e* durch den Fuchs *f* in den Schornstein, der den nötigen natürlichen Zug erzeugt. Auf dem Herde *h* sind Rippen aus Schamotteziegeln, damit die zu erglühenden Werkstücke hohl liegen. Als Brennstoff benützt man für Eisen und Stahl Stein- oder Braunkohle, für Kupfer und Kupferlegierungen hingegen Holz, weil der in den mineralischen Kohlen enthaltene Schwefel, auch Arsen, auf diese Metalle schädlich einwirken möchte. Bleche, welche vor Beschädigung geschützt werden sollen, die sie durch die

Reibung auf der Herdsohle erleiden könnten, werden auf eisernen Wägen in den Herd eingefahren. Schwere Panzerplatten werden ebenfalls auf einem Wagen, der zugleich die Herdsohle bildet, eingeschoben. Zum Glühendmachen von Ingots und von vierkantigen Knüppeln, die weiter ausgewalzt werden sollen, wird der Rollofen benützt, d. i. ein Flammofen, dessen Herd gegen die Feuerung zu geneigt ist. Die kalten Stücke werden beim Fuchs eingetragen und in dem Maße, als Platz wird, gegen die Feuerbrücke zu gerollt und so nach und nach zur nötigen Glühhitze gebracht.

Als Beispiel eines Gefäßofens diene der in Fig. 1 dargestellte Muffelofen.

3. Die Schmiedewerkzeuge.

Der Schmiedehammer (Fig. 140 und 141) besteht aus dem eisernen Hammerkopfe und dem hölzernen Hammerstiele. Der prismatische Hammerkopf hat bei *a* die verstählte Bahn, welche fast eben, nur

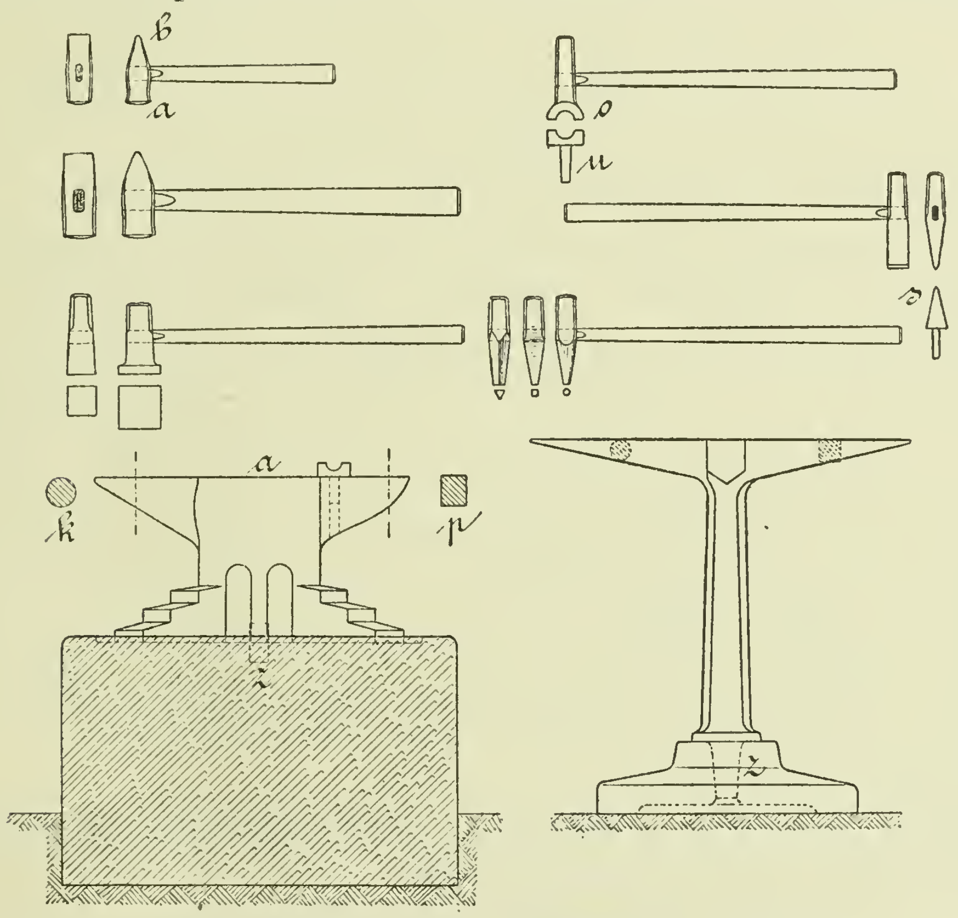


Fig. 140—147. Handhammer, Vorschlaghammer, Setzhammer, Ober- und Untergesenk, Abschrot, Durchschläge, Amboß und Sperrhorn.

ein wenig gewölbt ist, und bei *b* die keilförmige, an der Kante abgerundete, verstählte Finne. Der Stiel ist in die ovale Öffnung des Kopfes hineingesteckt und mit einem Keile von der Gegenseite aus so auseinandergetrieben, daß er nicht zurück kann. Nach der Größe

unterscheidet man Handhämmer von 1 bis 2·5 *kg* mit 40 *cm* langem Stiel und Vorschlag- oder Zuschlaghämmer von 3 bis 10 *kg* mit 60 *cm* langem Stiele. Den Handhammer führt der Schmied mit der rechten Hand, während er mit der linken Hand das Schmiedestück hält. Den Zuschlaghammer hält der Schmiedegehilfe mit beiden Händen und er führt den Schlag auf die Stelle, welche ihm der Schmied mit dem Handhammer angedeutet hat. Gewöhnlich steht die Finne quer zum Stiele, beim Kreuzschlag aber parallel zu ihm.

Der Amboß (Fig. 146) bildet die Unterlage, auf welcher das Schmiedestück aufruht. Damit so wenig als möglich von der lebendigen Kraft des Hammers verloren geht, muß er so schwer sein, daß er nur wenig nachgibt; gewöhnlich macht man ihn 8—10mal so schwer als den Schmiedehammer. Er ist aus Schmiede- oder Gußeisen hergestellt, die ebene Bahn *a* wird von einer aufgeschweißten Stahlplatte gebildet. Je nach Bedarf ist seitwärts am eigentlichen Amboßkörper ein kegelförmiger oder ein prismatischer Ansatz oder beide vorhanden, die Hörner *k* und *p*, sowie eine viereckige Öffnung zum Befestigen des Abschrotes *s* (Fig. 144) und der Untergesenke *u* (Fig. 143). Der Amboß steht auf einem aus Holz, besser aus Stein gebildeten Amboßstock und wird mit einem Eisenzapfen *z* festgehalten. Die Höhe der Amboßbahn über dem gepflasterten Fußboden soll 700 *mm* betragen, damit man aufrechtstehend bequem arbeiten kann.

Beim Sperrhorn (Fig. 147) ist der säulenartige Amboßkörper, der zwei Hörner trägt, in einem schweren Gußeisensockel *z* befestigt, so daß man das Sperrhorn in der Schmiede an einem passenden Orte aufstellen und, wenn nicht mehr gebraucht, wieder zur Seite schieben kann.

Neben dem Schmiedeamboß ist in den Boden der Werkstätte eine schwere gußeisere Platte eingelassen, um lange Stangen behufs Stauchung aufstoßen zu können; ferner liegt auf einem Holzgestelle eine dicke, ebengehobelte Gußeisenplatte, die Richtplatte zum Geraderichten langer Stücke.

Andere Werkzeuge werden bei der Besprechung der einzelnen Schmiedearbeiten zur Kenntnis gebracht.

4. Die wichtigsten Schmiedearbeiten.

Das Stauchen (Fig. 148) bezweckt die Verdickung des Stabes an einer bestimmten Stelle, um dortselbst einen Kopf zu bilden. Wo das Anstauchen stattfinden soll, dort wird der Stab örtlich glühend gemacht, dann auf den Amboß aufgestellt und mit dem Hammer daraufgeschlagen. Bei der Erzeugung von Massenartikeln verwendet man eigene Stauchmaschinen, die dann durch Druck wirken.

Das Strecken (Fig. 149), ein Verdünnen des Querschnittes, erfolgt mit der Hammerfinne, die beim Auftreffen auf das Werkstück eine keilartige Wirkung ausübt.

Das Absetzen (Fig. 150). Um bei einem teilweise gestreckten Stabe einen genauen Ansatz von bestimmter Profilierung herzustellen, bedient man sich des Setzhammers *s*, der auf das Arbeitsstück aufgesetzt und mit dem Zuschlaghammer eingetrieben wird. Anstatt des gewöhnlichen Holzstieles benützt man beim Setzhammer zuweilen eine Haselnußgerte, auch ein Bündel Weidenruten oder Draht, um das Prellen der Hand zu vermeiden.

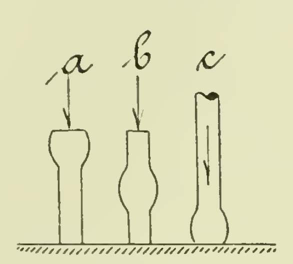
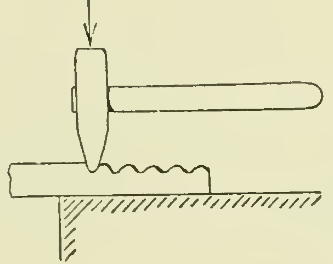


Fig. 148. Stauchen.


Fig. 149. Strecken.

Das Aufhauen (Fig. 151) erfolgt mit dem Setzmeißel, einem langen Stielmeißel, der aber eine stumpfe Schneide hat. Erst treibt man das Werkzeug von der einen Seite bis über die Mitte in das glühende Material ein, dann dreht man das Arbeitsstück um und durchbricht mit einem frischen, in einem nebenstehenden Wassertroge abgekühlten Meißel das Material vollends und erzeugt so eine spaltförmige Öffnung.

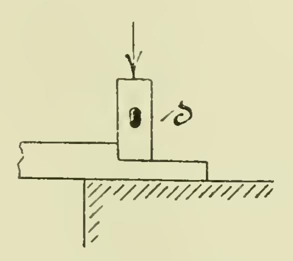


Fig. 150. Absetzen.

Fig. 151. Aufhauen.

Das Ausdornen (Fig. 152) folgt nach dem Aufhauen; indem ein entsprechender doppelkonischer Stahldorn durch die Öffnung hindurchgetrieben wird, bekommt sie eine kreisrunde, ovale oder sonstwie gestaltete Form von bestimmter Weite.

Das Abschroten oder Abhauen erfolgt meist in kaltem Zustande. Man benützt hiezu den Abschrot, d. i. ein meißelartig zugeschärftes Stahlstück, das mit seinem vierkantigen Zapfen in den Amboß gesteckt wird, legt das Eisenstück darauf (Fig. 153), setzt einen scharfen Schrotmeißel auf, und indem man mit dem Hammer daraufschlägt und nach jedem Hammerschlage das Arbeitsstück ein wenig

dreht, entsteht eine ringförmige Einkerbung, so daß das vorstehende Stück mit einem auf das Ende geführten Hammerschlage leicht abgebrochen werden kann.

Beim Rundbiegen wird das runde Horn *s* (Fig. 154), zum scharfen Abbiegen das vierkantige benützt, oder auch das Arbeitsstück in den Schmiedeschraubstock *a* eingespannt und das vorstehende Ende durch Hammerschläge umgebogen. Beim Rundbiegen wird der Stab auf dem Horne *s* aufliegend ruckweise vorgeschoben und jedesmal auf das vorstehende Stück ein Schlag geführt. Hiebei erhält

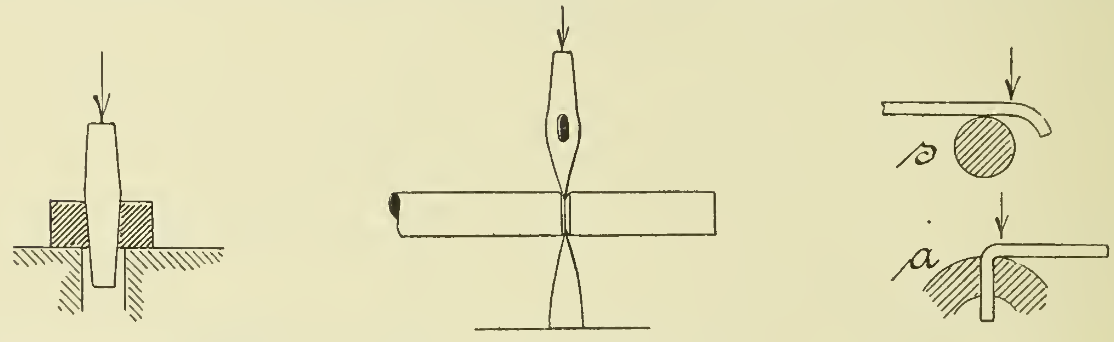


Fig. 152. Ausdornen. Fig. 153. Abschroten. Fig. 154. Biegen.

der Stab nicht die Form einer gleichmäßig gekrümmten, sondern die einer gebrochenen Linie, denn die Abbiegung erfolgt stets nur an der Auflagestelle, weil dort das größte Biegungsmoment auftritt. Eine genaue Rundung kann man erst durch weiteres Überhämmern oder Ausschmieden im Gesenke erzielen.

Gesenkschmiederei.

Gesenke sind aus Gußstahl, Gußeisen, seltener aus Schmiedeeisen hergestellte Hohlformen, deren Innenfläche genau der Außenfläche des herzustellenden Schmiedestückes entspricht, ähnlich wie beim Gießen die Gießform dem zu erzeugenden Gußstücke entsprechen muß. Die Gesenkschmiederei liefert kleinere Schmiedestücke bis auf $^1/_{10}$ *mm* genau, so daß oft keinerlei Nacharbeit nötig ist; sie wird daher bei der Massenfabrikation, wo die oft bedeutenden Kosten für die Gesenke auf viele Werkstücke sich verteilen, mit großem Vorteile verwendet.

Als Beispiele seien erwähnt:

Das Nageleisen (Fig. 155) besteht aus einem Stahlstück, in welchem ein oder mehrere konische Löcher hergestellt sind. Der zu schmiedende Nagel wird in der gezeichneten Weise vorgeschmiedet, indem man das erhitzte Ende einer Eisenstange zur verlangten Schaftgestalt des Nagels ausstreckt und dann die Stange auf dem Abschrot so einkerbt, daß ein an den Schaft anschließender Stangenteil die dem Kopfe entsprechende Verdickung bildet. Sodann steckt man den Schaft

in das Nageleisen, bricht die Stange ab und formt das über das Nageleisen vorstehende Material zur verlangten Kopfgestalt. Die Hammerschläge werden hiebei in verschiedener schräger Richtung geführt, damit das Material nicht in das Nageleisen hineingedrückt wird. Schließlich wird noch mit einem Setzhammer (Kopfstempel, Schelleisen) die Kopfform genau und glatt fertiggemacht.

Fig. 155. Nageleisen.

Das in Figur 143 dargestellte Gesenk dient zum Ausschmieden runder Bolzen; das Untergesenk *u* wird im Amboß befestigt, das erhitzte Eisenstück daraufgelegt und dann der zu einem Obergesenk ausgebildete Setzhammer *o* aufgesetzt. Nach jedem mit dem Vorschlaghammer geführten Schlage wird das Arbeitsstück etwas gedreht, um die genaue Rundung herzustellen.

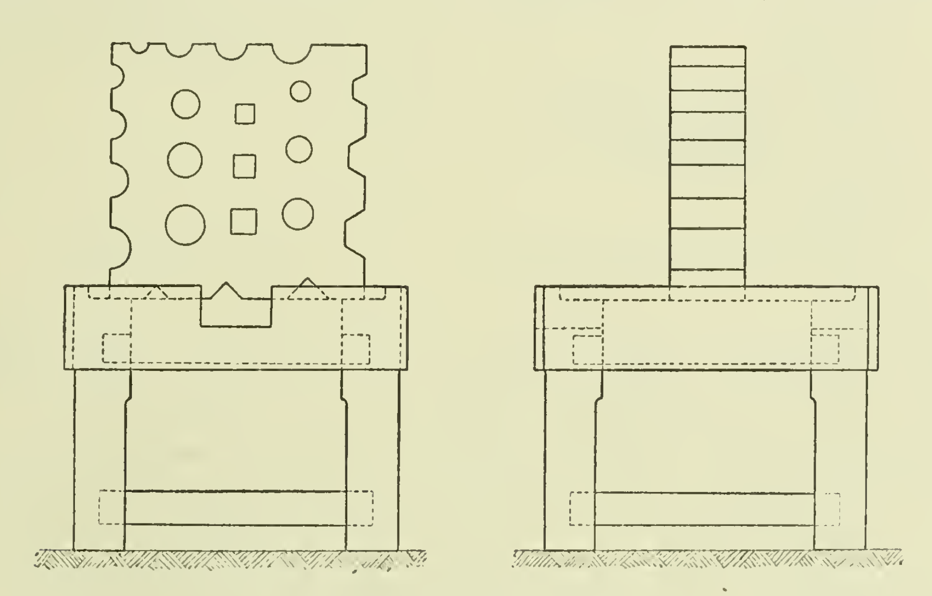


Fig. 156. Gesenkplatte.

Die Gesenkplatte (Fig. 156) enthält in der Form eines halben Würfels Untergesenke für Rundeisen, Vierkanteisen und sechskantige Muttern von verschiedener Größe. In der Mitte sind 9 Löcher, damit das Nageleisen aufgelegt werden kann, aus dem unten der Nagelschaft vorsteht. Die Gesenkplatte wird auf einem hölzernen oder gußeisernen Gesenkstocke in der entsprechenden Lage aufgestellt.

Die in Fig. 157 dargestellten zwei Gesenke dienen dazu, kleine Fassonstücke, z. B. die gezeichnete Flügelschraube, auszuschmieden. Das roh vorgeschmiedete Schmiedestück wird zwischen die beiden Gesenke gebracht und so lange mittels Hammerschlägen bearbeitet, bis die Hohlform vollständig ausgefüllt ist und das überschüssige Material überdies durch den Zwischenraum zwischen beiden Gesenken heraustritt und einen Grat *g* bildet, ähnlich wie die Gußnaht in der

Gießerei. Um die beiden Gesenke stets bis zu einer gewissen Grenze zu nähern und so die gleichen Schmiedestücke auch immer gleich dick zu erhalten, kann man auch am Obergesenke Ansätze *a* anbringen, die sich auf das Untergesenk aufsetzen. Der Grat *g* wird nachträglich auf einer Lochstanze glatt abgeschert.

Soll ein runder Kesselboden mit einem vorstehenden Rande, einem Bord, versehen werden, so wird hiezu ein eigenes, zähes Blech, das „B ö r d e l b l e c h", verwendet, dieses entsprechend zugeschnittene Blech an einer Stelle des Randes oder im ganzen glühend gemacht und dann auf eine runde Gußeisenplatte, die Lehrform (Fig. 158),

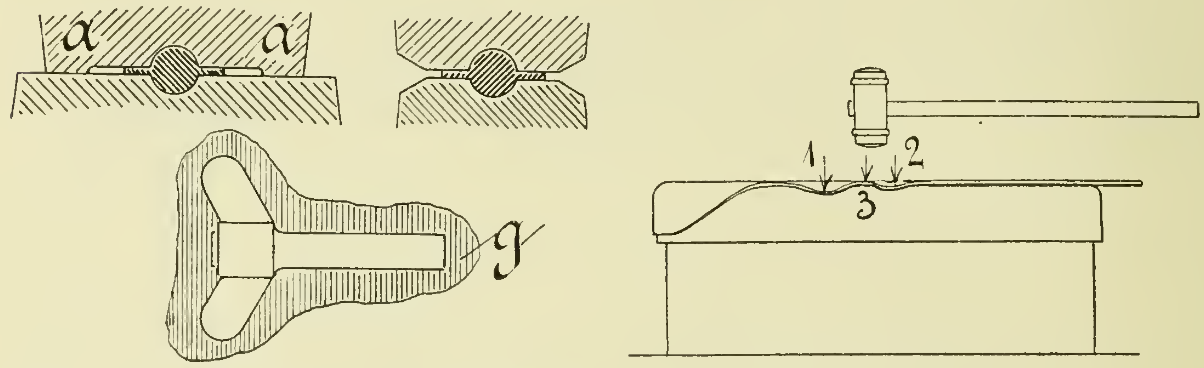


Fig. 157. Gesenke für eine Flügelschraube. Fig. 158. Bördeln.

aufgelegt. Zwei bis acht Arbeiter mit hölzernen, sehr langstieligen Hämmern und ein Vorarbeiter treten nun an und schlagen den vorstehenden, glühenden Rand herunter. Auf die Schläge bei 1 und 2 muß ein Schlag bei 3 geführt werden, damit nicht etwa bei 3 sich eine Falte bildet. Die Schlagwirkung 3 besteht in einem Stauchen des Materials, indem sich die Kraft in zwei, gegen 1 und 2 zu gerichtete Komponenten zerlegt. Beim Bördeln oder Kümpeln wird also das Material gebogen und zugleich gestaucht. (Der Name Kümpeln kommt von „Kumpe", d. i. eine Art von Gefäß.)

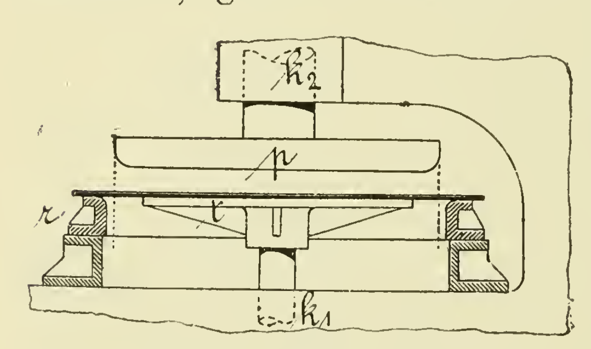


Fig. 159. Hydraulische Kümpelpresse.

Gegenwärtig werden die gebördelten Kesselböden gleich in den Eisenwerken auf hydraulischen Kümpelpressen (Fig. 159) erzeugt. Das zu kümpelnde Blech wird auf den Tisch *t* gelegt, der durch einen durch Wasserdruck zu hebenden Kolben k_1 so hoch eingestellt wird, daß die obere Tischfläche in gleiche Höhe mit dem Formring *r* kommt. Hierauf wird die Preßplatte *p* mittels des Kolbens k_2 nach abwärts bewegt und so das Blech in einer Hitze umgebördelt. Der Tisch *t*

mit dem Preßkolben k_1 weicht hiebei nach unten zurück, wobei der Kesselboden festgehalten und ein Verziehen desselben verhindert wird.

Das Treiben hat den Zweck, aus einer ebenen Blechplatte (Fig. 160) eine Hohlform herzustellen. Als Auflage für das Blech benützt man einen Amboß mit stark konvexer Amboßbahn, z. B. das in Fig. 161 dargestellte ▽-förmigen Einsatzeisen *g*, das mit seinem senkrechten Teile in einem hölzernen Klotze steckt, während der wagrechte Teil am Ende ein von oben nach unten durchgehendes Loch enthält, in welches man nach Erfordernis ein entsprechend geformtes Fausteisen (Aufsatzeisen) *f* einsteckt.

Die Treibhämmer haben die verschiedensten Formen; die Bahn ist flach oder gewölbt, die Finne entweder abgerundet oder kantig, der Länge nach gerade oder gekrümmt u. s. w.; stets sind die Arbeitsflächen verstählt und fein abgeschliffen, gewöhnlich auch hochpoliert.

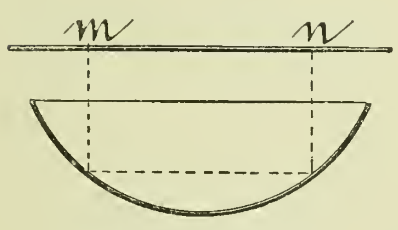


Fig. 160. Treiben.

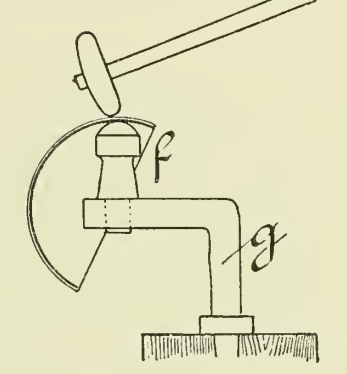


Fig. 161. Austiefen.

Eiserne Treibbleche sind aus sehr weichem, zähem Holzkohleneisen hergestellt, kupferne aus besonders reinem Kupfer. Aus Kupferblech werden insbesondere verschiedene Formen von Rosetten, Gefäßen, Rohrverbindungen u. s. w. getrieben und die Geschicklichkeit im Treiben ist für den Kupferschmied ebenso nötig wie schwierig zu erlernen, wie das Feilen für den Schlosser oder das Polieren für den Tischler. Der Vorgang beim Treiben ist folgender: Man legt das Blech auf das Fausteisen und hämmert in der Mitte darauf; hiedurch wird es gestreckt und es bildet sich eine Blase, und wenn man von der Mitte, in einer Spirallinie weiterhämmernd, immer weiter gegen den Blechrand zu kommt, so entwickelt sich aus der flachen Blase immer mehr eine kugelige Kappe. Man nennt diese Arbeit das Austiefen.

Hämmert man am inneren Blechrande mit einem Hammer, der eine stark gekrümmte, quergestellte Finne hat, so wird hiedurch die Hohlform noch weiter ausgestaltet; man nennt diese Arbeit das Aufziehen. Der Blechrand kann endlich durch Hämmern an der konvexen Fläche ähnlich wie beim Bördeln weiter eingebogen und gestaucht, der Umfang des Blechrandes also verringert werden; diese

Arbeit nennt man das Einziehen. So wäre z. B. nach Fig. 160 das flache Blech in der Mitte bis zum Kreise *mn* ausgetieft und der äußere Rand vom Kreise *mn* angefangen eingezogen worden.

Nach mehrmaligem Überhämmern müssen jene Materialien, die hiebei spröde geworden sind, z. B. Kupfer- und Eisenbleche, durch Ausglühen wieder weichgemacht werden, ehe man weiterarbeiten kann.

Für die feineren Arbeiten der Goldschmiede genügen Hammer und Amboß nicht mehr, sondern es werden statt des Hammers Stahlstäbchen mit verschieden geformten Endflächen, die Punzen, verwendet, die auf das Arbeitsstück genau aufgesetzt und mit einem gewöhnlichen Hammer eingeschlagen werden; statt des Ambosses dient ein nachgiebiger Körper, das Treibpech (1 Teil Pech, 2 Teile Ziegelmehl) oder Blei, als Unterlage.

Schweißen.

Eine der wichtigsten Schmiedearbeiten ist das Schweißen; es wird daher gleich in diesem Kapitel behandelt, wiewohl es unter die „Formgebung durch Verbindung" fällt. Schweißbar sind hauptsächlich Schmiedeisen und Stahl, dann auch Kupfer, Nickel und Platin. Beim Schweißen sind drei Bedingungen einzuhalten: 1. Die gehörige Erwärmung der Schweißstellen. Schmiedeisen verlangt Weißglut, bei der das Eisen anfängt, Funken zu sprühen, Stahl bedarf bloßer Rotglut. 2. Die zu verschweißenden Flächen müssen metallisch rein gegeneinander gebracht werden. Bei der Schweißhitze verbrennt bereits das Eisen und es bildet sich eine Schicht von Eisenoxyduloxyd, Hammerschlag genannt, welche die Vereinigung hindert. Um diese dickflüssige Schicht dünnflüssiger zu machen und das Herausquellen aus der Schweißfuge zu erleichtern, wird häufig die Oberfläche mit Schweißpulver bestreut. Bei Eisen verwendet man hiezu feinen Quarzsand, bei Stahl Borax, dem man häufig noch andere Stoffe, wie gestoßenes Glas, Kochsalz, Blutlaugensalz und Kolophonium, zusetzt. 3. Die Vereinigung muß möglichst rasch erfolgen; dies geschieht durch Hämmern oder durch Pressen. Die Hammerschläge müssen zuerst leicht und schnell so geführt werden, daß die Schlacke ungehindert ausfließen kann. (Das Wort „Schweißen" bezeichnet das Herausfließen.)

Eine gute Schweißstelle ist entweder gar nicht oder, wenn Eisen und Stahl verbunden wurde, nur an der ungleichen Farbe der beiden Metalle erkenntlich. Ist an der Schweißstelle eine schwarze Linie, eine Schweißnaht bemerkbar, so ist Schlacke eingeschlossen, die Schweißung also mangelhaft.

Zwei Stücke können auf verschiedene Art zusammengeschweißt werden. Fig. 162*a* zeigt, wie z. B. zwei Wellenstücke stumpf aneinanderstoßend verschweißt werden. Man macht die beiden Schweißflächen gewölbt, damit die Schlacke ausfließen kann, wenn die zwei Teile gegeneinander gepreßt oder gehämmert werden. Eine größere Schweißfläche, somit eine haltbarere Schweißung bekommt man, wenn man die beiden Stabenden ausstreckt und mit den abgeschrägten konvexen Flächen in der Schweißhitze übereinanderlegt (Fig. 162*b*); man kann eine solche Schweißstelle auch bequemer überhämmern als beim stumpfen Schweißen. Beim Zusammenschweißen von Schmiedeisen mit Stahl, z. B. dem Verstählen eines Hammers (Fig. 162*c*), wird der Hammerkörper aufgespalten und in die Gabelung ein keilförmiges Stahlstück eingeschweißt.

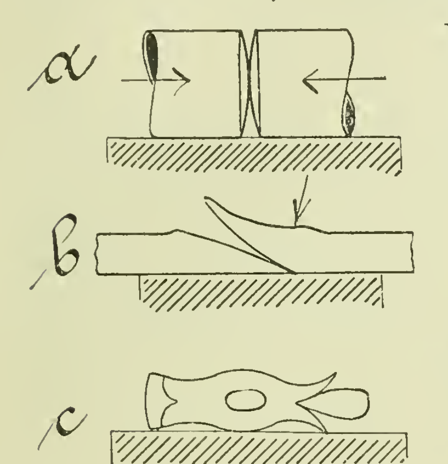


Fig. 162.
a stumpf schweißen,
b überlappt schweißen,
c einschweißen.

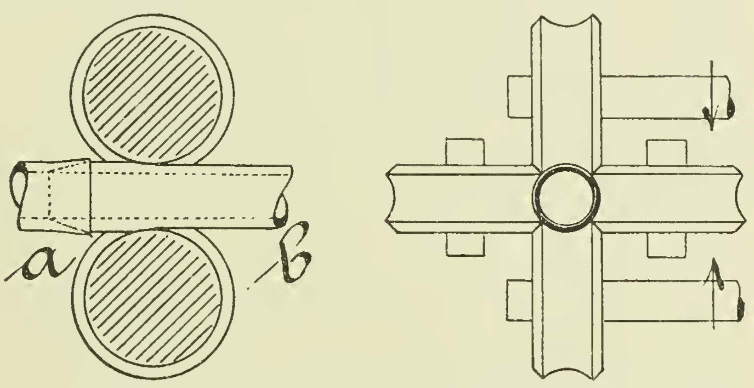


Fig. 163 *a*. Anschuhen der Siederohre.

Die Erhitzung der zu schweißenden Werkstücke findet im Schmiedefeuer oder im Flammofen statt. In besonderen Fällen, z. B. beim Schweißen von Kesselblech, wird auch der elektrische Lichtbogen benützt, um an der Schweißstelle die nötige Temperatur zu erzeugen. Der + Leitungsdraht einer Dynamomaschine, die einen entsprechend starken Strom zu liefern vermag, wird mit der Schweißstelle verbunden, der negative mit einem Kohlenstifte; berührt man mit dem Kohlenstifte die Schweißstelle, so geht der elektrische Strom über; wird nun der Kohlenstift einige Millimeter entfernt, so bildet sich der bekannte elektrische Lichtbogen, welcher an der dem Kohlenstifte gegenüber befindlichen Stelle sofort Schweißhitze erzeugt. Die Wassergasflamme findet beim Schweißen von Blechen ebenfalls Anwendung.

Die Siederohre der Lokomotivkessel müssen zeitweise herausgenommen und vom Kesselstein gereinigt werden; indem hiebei die Rohrenden Schaden leiden, ist durch Anschweißen eines kurzen Rohrstutzens das schadhaft gewordene Stück zu ersetzen. Die zu verbindenden Rohrenden werden, wie Fig. 163*a* zeigt, so zugeschärft, daß sie

ineinandergesteckt werden können. Man bringt dann die Schweißstelle in einem eigenen Feuer zur Schweißhitze und schiebt das Rohr aus dem Feuer direkt zwischen vier sich drehende Walzen, die ein dem Rohrquerschnitte entsprechendes Kaliber bilden; hiedurch wird die Schweißnaht am ganzen Umfang zugleich zusammengedrückt, somit eine schnelle und sichere Schweißung erzielt.

Schweißen mit Thermit.

Mischt man zerkleinertes Aluminium mit Oxyden, so kann man Aluminium zum An- und zum Weiterbrennen bringen. Drei Körper sind es dann, die bei der Verbrennung eines Gemisches aus Aluminium und Metalloxyd in Wechselwirkung treten. 1. Aluminium, 2. Sauerstoff, 3. Metall. Die beiden letzteren sind zunächst im Oxyd chemisch miteinander verbunden. In dem Augenblicke, wo das Gemisch zu brennen anfängt, wandert der Sauerstoff zum Aluminium und das Metall wird frei. Es ist also ein außerordentlich einfacher chemischer Vorgang, der sich hier abspielt. Das Bemerkenswerteste ist aber, daß sich hiebei eine Temperatur entwickelt, wie man sie bisher nur mit Hilfe des elektrischen Lichtbogens herstellen konnte. Sie beträgt schätzungsweise etwa 3000°. Es war schwierig zu erkennen, daß ein derartiges Gemisch brennt; man kann auf ein Gemisch von Eisenoxyd und Aluminium, dem vom Erfinder H. Goldschmidt der Name „Thermit" gegeben wurde, flüssiges Gußeisen gießen, man kann es in ein offenes Kohlenfeuer schütten, ohne daß es zu brennen anfängt; erst bei sehr hoher Temperatur tritt Entzündung ein und das Gemisch, das Thermit, brennt dann von selbst weiter. Es gibt aber Körper, die ihren Sauerstoff an das Aluminium schon bei der Temperatur von einigen hundert Graden abgeben, das sind Superoxyde. Wird ein Superoxyd mit Aluminium gemischt, so kann man dieses Gemisch mit einem Zündhölzchen entzünden. Von diesem Entzündungsgemische gibt man etwa einen halben Fingerhut voll in das Thermit, entzündet es und dieses entwickelt eine so hohe Verbrennungstemperatur, daß sich das Thermit entzündet und dann von selbst weiterbrennt. Das Verbrennungsprodukt ist flüssiges Eisen und Schlacke, Korund genannt.

Das flüssige Eisen kann man nun durch eine am Boden des Tiegels befindliche Abflußöffnung auf ein Schmiedeeisen- oder Stahlstück aufgießen und so verschiedene Ausbesserungen an gebrochenen Maschinenteilen vornehmen und poröse Stellen an Gußstücken beseitigen.

Ein besonderes Verfahren ist das sogenannte Anschweißen auf Gußeisen- z. B. das Anschweißen abgebrochener Wellenzapfen. Um das Ansetzen der Schlacke zu verhindern, wird zuerst eine dünne Schicht Gußeisen auf die Bruchfläche gegossen, darauf wird das Thermit geschüttet, ungefähr $1^1/_2$ *kg* auf das Quadratdezimeter Schweißfläche. Durch das Abbrennen des Thermits wird auf der Schweißfläche eine so hohe Temperatur erzeugt, daß das darunter befindliche Metall aufgeweicht wird bis auf 4 *cm* Tiefe; dann läßt man Gußeisen oder Stahl nachfließen. Es fällt nach dieser Methode das lästige Überspülen von Gußeisen über die Schweißfläche weg, das sonst notwendig war, um die Bruchfläche aufzuweichen.

Wenn man nach dem Abbrennen des Thermits den Tiegelinhalt über den Rand ausgießt, so fließt zuerst die Schlacke, der Korund, aus dem Tiegel heraus; trifft diese auf ein kaltes Werkstück, so erstarrt sie momentan auf diesem in dünner Schicht, der nachfließende Korund und auch das nachfließende Eisen kann

den einmal fest gewordenen Korund nicht wieder flüssig machen. Diese Eigentümlichkeit wird nun zu gewissen Stumpfschweißungen verwendet, besonders für Rohre. Das Verfahren gestaltet sich so: Die zwei Rohrenden werden mit Hilfe eines passenden Klemmapparates stumpf aneinandergepreßt (Fig. 163 *b*). Um die Stoßstelle

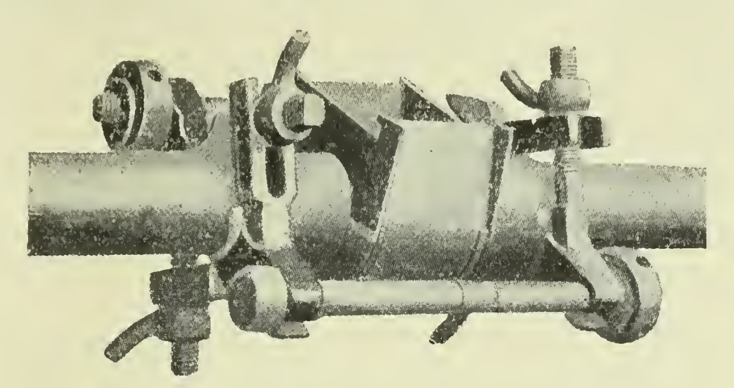


Fig. 163 *b*. Schweißen mit Thermit.

wird eine entsprechend große Form gelegt und der Tiegelinhalt eingegossen. Rings um die zu verschweißenden Rohre lagert sich sofort in einer etwa 1 *mm* dicken Schicht Korund, der andere Korund fließt nach, das Thermiteisen ebenfalls, es tritt Schweißhitze ein und das Schweißen erfolgt innerhalb $1^1/_4$ Minuten, indem man die Rohrenden mit den Klemmschrauben fest gegeneinander preßt. Nach dem Erkalten kann man die ganze Masse ohne weiteres mit einem Hammer abschlagen. Für ein zweizölliges Rohr von 4 *mm* Wandstärke braucht man 1·1 *kg* Thermit. Der Preis von 1 *kg* Thermit ist etwa 2 Mark.

5. Die mechanischen Hämmer.

Die Muskelkraft des Menschen ist nur im stande, kleine, leichte Hämmer bis zu 10 *kg* zu handhaben; für größere Gewichte werden Elementarkräfte zu Hilfe genommen und der mechanische Hammer verwendet.

Je nachdem das Hammergewicht — hier Bär genannt — unmittelbar durch die Dampfkraft gehoben wird oder durch Elektrizität oder Gasexplosion, unterscheidet man Dampfhämmer, elektrische Hämmer, Gashämmer und solche, die von einer sich drehenden Triebwelle oder der Transmission betätigt werden; das sind die Transmissionshämmer.

Im allgemeinen hängt die Wirkung eines Hammerschlages ab von der Größe der lebendigen Kraft $\frac{G}{g}\,\frac{v^2}{2}$; es ist aber nicht gleichgültig, ob das Gewicht groß und die Geschwindigkeit klein oder umgekehrt, die Geschwindigkeit groß und das Gewicht des Hammerbärs klein ist, wenn auch das Produkt aus der Masse $\left(\frac{G}{g}\right)$ und dem halben Quadrat der Geschwindigkeit $\left(\frac{v^2}{2}\right)$ denselben Wert ergibt. Ein schwerer

Hammer übt bei langsam geführten Schlägen eine mehr quetschende, in die Tiefe des Materials gehende Wirkung aus (Fig. 164 *a*), während eine Anzahl schneller Schläge bei kleinem Gewichte nur das unmittelbar getroffene Material an der Oberfläche staucht (Fig. 164 *b*). Um also z. B. große Stahlstücke zu komprimieren, baute man schwere Hämmer bis zu 120 Tonnen Bärgewicht, während zur bloßen Formgebung kleinerer Schmiedestücke der leichte, schnellgehende Hammer vorteilhafter ist. Heutzutage werden die schweren Hämmer mehr und mehr durch die Schmiedepressen verdrängt. Die Führung des Hammerbärs kann erfolgen, indem er an einem Stiele befestigt ist und wie ein Hebel um einen Drehzapfen schwingt, oder indem er in einer geraden Prismenführung vertikal auf und nieder geht; man unterscheidet somit Hebelhämmer und Parallelhämmer.

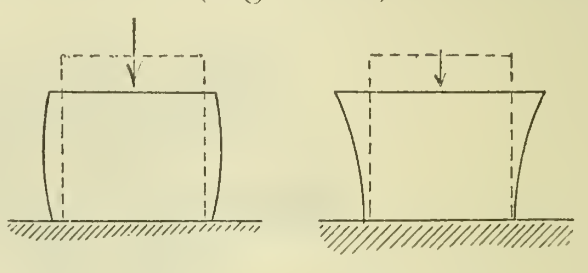


Fig. 164 *a*. Fig. 164 *b*.
Verschiedene Hammerwirkung.

A. Dampfhämmer.

Im allgemeinen soll der Dampfhammer einen stabilen Bau haben, möglichst wenig Reparaturen benötigen, sich leicht und sicher steuern lassen; um den Amboß herum soll ein möglichst freier Arbeitsraum vorhanden sein. Hinsichtlich der Dampfwirkung baut man die Hämmer entweder bloß mit Unterdampf oder mit Unter- und mit Oberdampf; der Oberdampf strömt entweder von unten nach oben, oder es strömt Frischdampf über den Kolben.

Bis zu 700 *kg* Bärgewicht ist ein einbeiniges oder einseitiges Hammergerüst zulässig, darüber hinaus ist es zweibeinig oder zweiseitig.

Das Bärgewicht ist nach Ledebur bei Schmiedehämmern für kleine Gegenstände 50—500 *kg*, bei 0·15—0·6 *m* Hub und 200—400 Hüben in der Minute, bei Schmiedehämmern für größere Gegenstände 500—1000 *kg* Fallgewicht, 0·6—1 *m* Hub bei 100—200 Hüben in einer Minute.

In Gußstahlwerken benützt man sehr schwere Hämmer; z. B. steht im Hüttenwerk zu Etainges in Frankreich ein Dampfhammer von 100 *t* = 100.000 *kg* Fallgewicht bei 5·6 *m* Fallhöhe. Die Höhe dieses Hammers über dem Boden ist 19 *m*, das Mauerwerk wiegt 760 *t*. Die Grube für das Mauerwerk ist mit Eichenholz ausgelegt. Die Mauerung besteht aus 90 *t* schweren Steinblöcken, die durch Klammern miteinander verbunden sind. Zu oberst auf dem Mauerwerk ruht eine mächtige Eisenplatte und darauf erst das Hammergerüst. Der Dampfzylinder hat 2 *m* Durchmesser, das gesamte Eisengewicht beträgt 1,356.000 *kg*. Der Kran hiezu hebt 180 *t*.

Der Dampfhammer zu Bethlehem in Amerika hat sogar 120 *t* Bärgewicht.

Das Gewicht des Ambosses samt der Unterlage, der sogenannten Schabotte, macht man etwa 8—12mal so groß wie das Gewicht des Fallbärs; bei Hämmern mit Oberdampf noch um $^1/_3$ mehr. Das Fundament der Schabotte ist bei größeren Hämmern vom Fundament

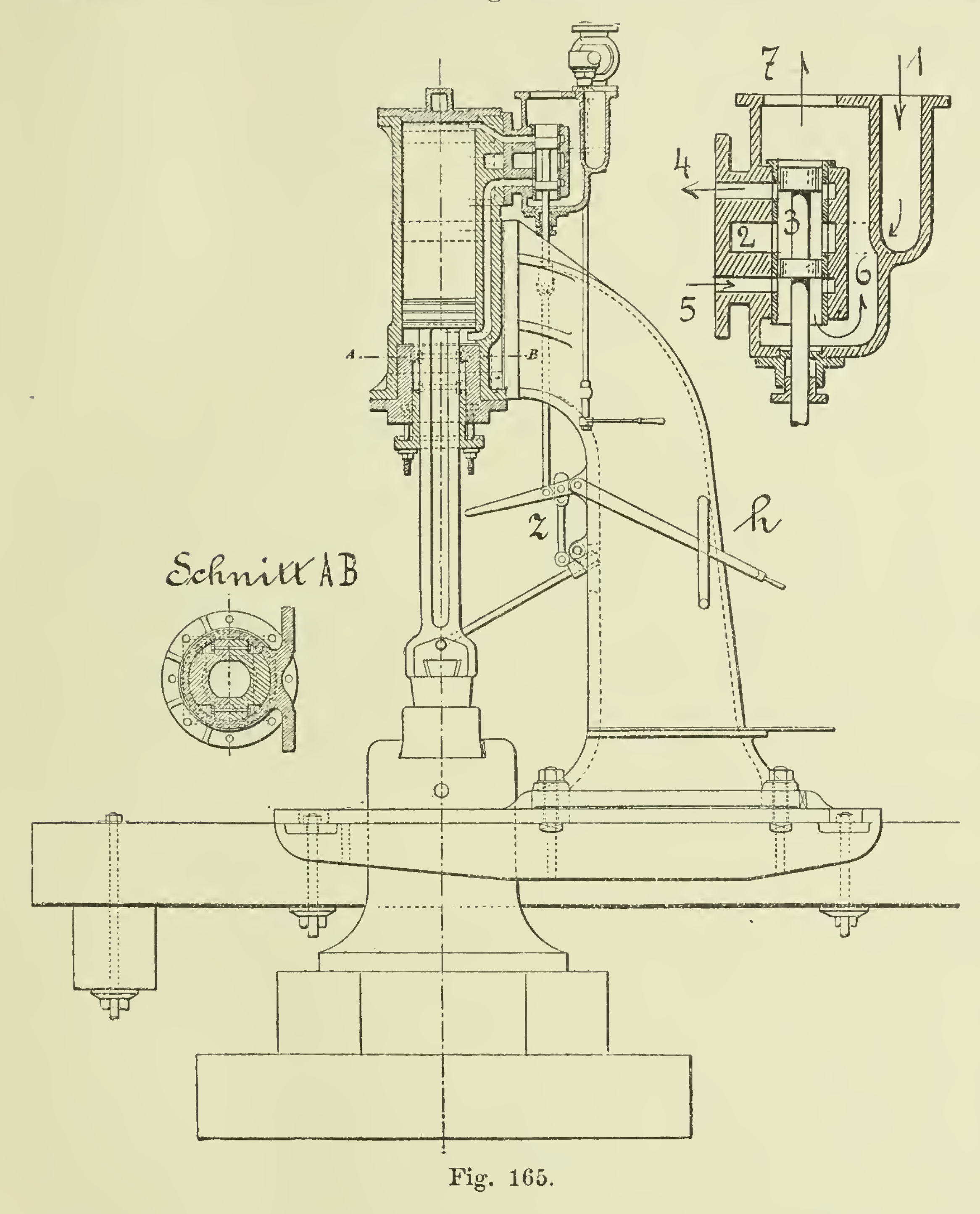


Fig. 165.

des Hammergerüstes getrennt, damit letzteres keine zu großen Erschütterungen erleidet. Die Konstruktion der Dampfhämmer selbst ist außerordentlich mannigfaltig; es seien im folgenden nur zwei Schmiedehämmer beschrieben:

Ein Schmiedehammer der Firma J. Cochrane in Barrhead, der nach dem „Engineer 1900" viel verwendet wird, ist in Fig. 165 dargestellt. Er hat 420 *mm* Zylinderdurchmesser, 900 *mm* Hub

und wird mit einem entlasteten, also leicht bewegbaren Kolbenschieber ohne Liderung gesteuert; letzterer ist hoch oben angeordnet, um den schädlichen Raum oberhalb des Kolbens zu vermindern. Der Kolbenschieber besteht aus zwei Scheibenkolben, die durch ein dünnes Verbindungsstück zu einem Ganzen verbunden sind; die Dampfeinströmung erfolgt von dem Zwischenraume zwischen den beiden Kolben aus. In der Hauptfigur, wo der Hammerbär unten ist, ist die Einströmung nach unten offen und der Hammerbär wird gehoben; der oberhalb des Dampfkolbens befindliche Dampf strömt gleichzeitig ins Freie. In der Nebenfigur rechts ist die Stellung des Kolbenschiebers für den Niedergang des Hammers gezeichnet. Durch 1 über 2 nach 3 und 4 strömt Oberdampf ein, während schon etwas früher der Unterdampf durch 5 über 6 und 7 entweicht. Wie aus dem Hebelwerk ersichtlich ist, geht beim Hinaufgehen des Hammers auch der Schieber hinauf; überdies ist zur Regulierung der Stärke der Schläge noch der Handhebel *h* vorhanden; die Verbindungsstange *z* hat oben einen Langschlitz, so daß für die Betätigung des Handhebels *h* der nötige Spielraum vorhanden ist. Die dicke Kolbenstange, die an zwei Seiten abgeflacht ist, erhält in der zweiteiligen Stopfbüchse, wie der Schnitt *A B* zeigt, eine einfache und zweckmäßige Führung.

Die Figuren 166—169 zeigen einen Dählenschen Hammer mit Wilsonscher Hahnsteuerung. Das gußeiserne Gestell *G* ist zweibeinig, um die bei größerem Hammergewicht nötige Stabilität zu erzielen. Der Hammerbär *B* ist in Führungen *F* geführt und mit der Kolbenstange *S* mit einem Querkeil verbunden. Der Dampf strömt bei *a* zu, gelangt durch einen Kanal *b*, wie Fig. 168 zeigt, an die beiden kreisrunden Stirnflächen, von dort in den Innenraum des Hahnes und bei der in Fig. 167 gezeichneten Stellung durch den Schlitz *d* in den unteren Einströmkanal *e*, wobei der Hammerbär gehoben wird. Gleichzeitig strömt der über dem Kolben befindliche Dampf durch *g* über *f* nach *h* ins Freie. Der Hahn wird mit dem Handhebel *m*, der bei *n* seinen Drehzapfen hat, dadurch gedreht, daß die Zugstange *l* vom linken Hebelende zur Kurbel *k* führt, die auf der Spindel *i* des Hahnes befestigt ist. Um die Hahnstellung Fig. 167 zu erzielen, mußte der Hebel *m* mit dem Handgriffe gesenkt werden. Wird nun der Handhebel gehoben, dann kommt der Hahn zuerst in eine Stellung, in welcher der Kanal *e* geschlossen ist, der unter dem Kolben befindliche Dampf expandiert und den Hammer weiter hebt. Wird der Handhebel weiter gehoben, dann kommt der Hahn in die Stellung Fig. 169, der Dampf strömt von der Unterseite des Kolbens durch *e* über *f* und *g* oberhalb des Kolbens; weil nun die obere Kol-

benfläche größer ist als die untere, so wird der Hammerbär nicht nur durch seine Schwere, sondern auch infolge des Dampfüberdruckes beschleunigt nach abwärts bewegt. Sollte der Hammerbär höher steigen, so stößt der Zapfen *o* an den Hebel *p* und die Verbindungsstange *q*

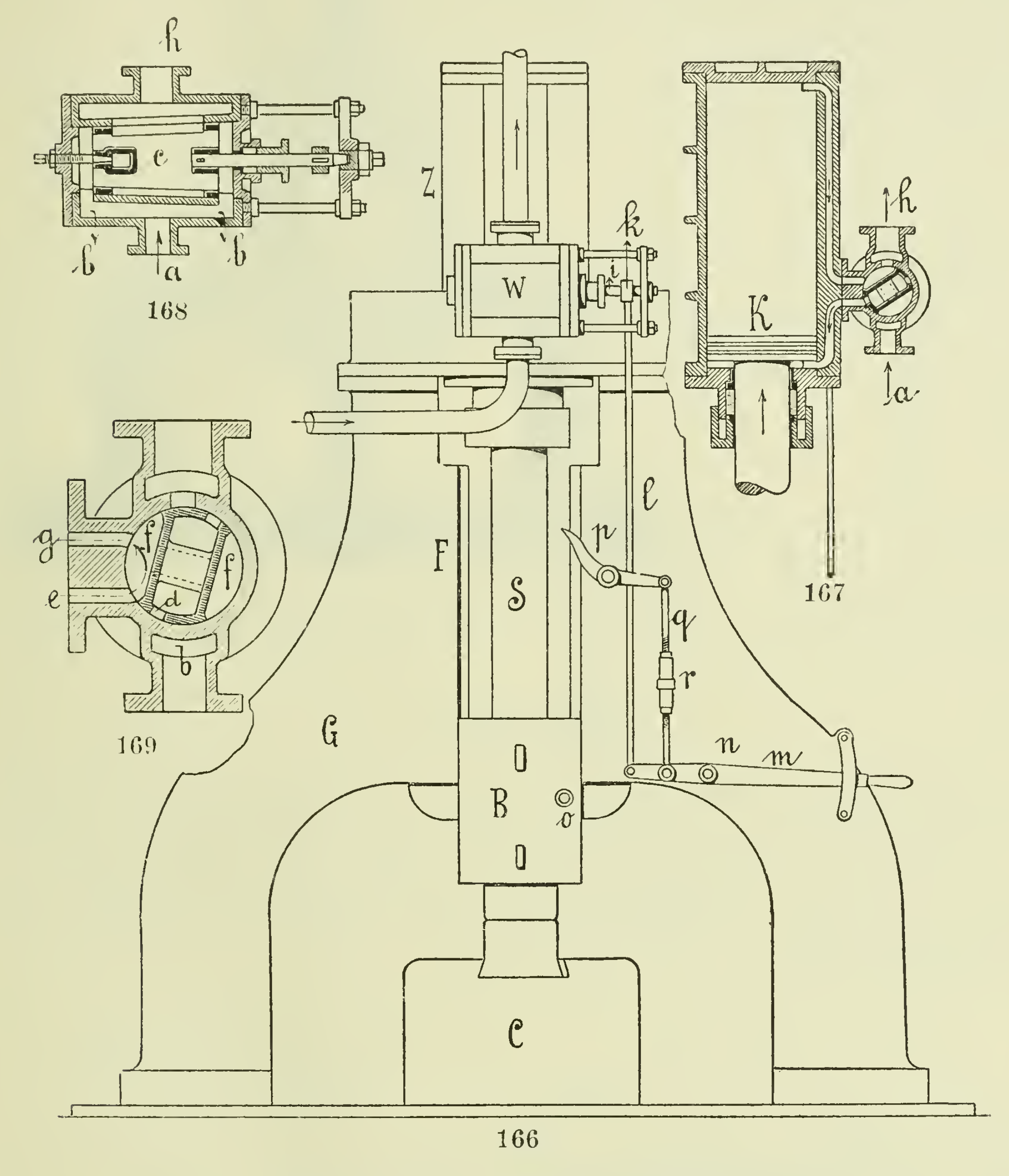


Fig. 166—169. Dählenscher Hammer.

wird gesenkt und bewirkt eine rechtzeitige Umsteuerung. Mit dem Schraubschlosse *r* kann man die Zugstange *q* verlängern oder verkürzen und so die selbsttätige Umsteuerung einstellen. Der Wilsonhahn ist ganz symmetrisch gebaut, somit entlastet und leicht beweglich, so daß der bedienende Arbeiter die Stärke der Schläge bequem regulieren, den Hammerbär in der Höhe halten oder beim Niedergehen auffangen kann.

Schwere Dampfhämmer, wie einer in Fig. 170 dargestellt ist, haben ein schmiedeeisernes Gestell, auf welchen die Führungen des Hammerbäres und darüber ein gußeiserner Querträger mit den Ein- und Ausströmventilen und endlich der eigentliche Dampfzylinder aufgebaut sind. Der Wärter steht auf einer mehrere Meter hohen Bühne, von wo er eine gute Übersicht hat und von den herumspritzenden Schlacken nicht belästigt wird.

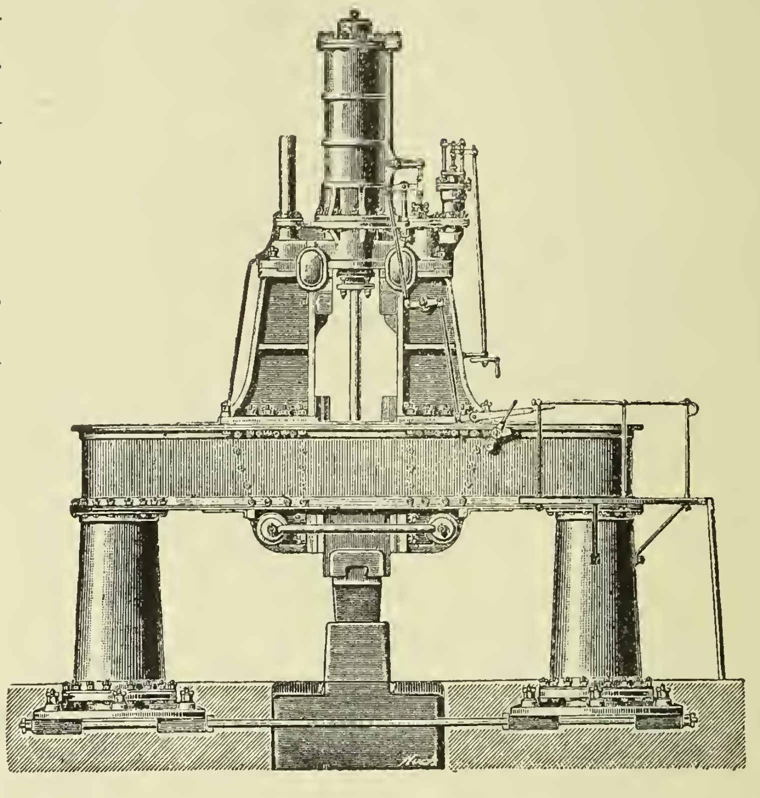
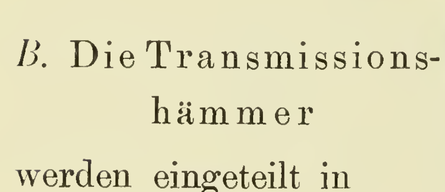


Fig. 170. Schwerer Dampfhammer von Brinkmann in Witten a. d. Ruhr.



B. Die Transmissionshämmer werden eingeteilt in

α) Hebelhämmer.

Diese kamen zuerst in Verwendung, weil sie von einer sich drehenden Wasserradwelle in einfachster Weise angetrieben werden können.

Nach der Anordnung der Daumenwelle, die das Anheben des Hammers bewirkt, unterscheidet man Schwanzhämmer, Brusthämmer und Stirnhämmer.

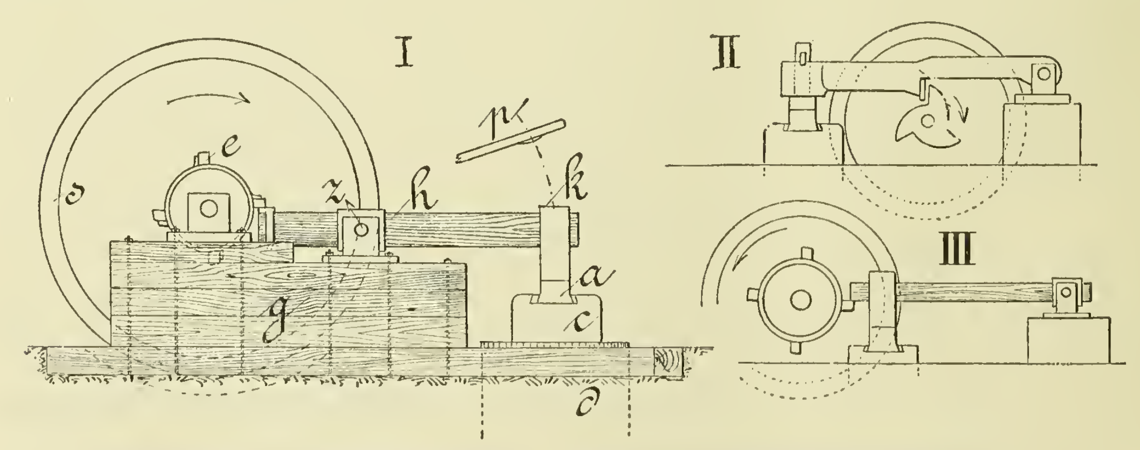


Fig. 171. I Schwanzhammer, II Brusthammer, III Stirnhammer.

Fig. 171, I, zeigt einen Schwanzhammer. Er besteht aus dem Hammerkopfe *k*, der an dem aus zähem Holze hergestellten Stiele oder

Holme *h* befestigt ist. In der Mitte des Stieles sind zwei Zapfen *z* angeordnet, die in Lagern am Gestelle *g* drehbar gelagert sind. Am hinteren Stielende dreht sich eine Spindel mit einem Daumenring, in dem vier Daumen *e* eingesetzt sind, die das Stielende abwechselnd niederdrücken und so den Hammer in Bewegung setzen. Die Aufwärtsbewegung des Hammerkopfes wird, wenn nötig, durch eine elastische Stange, die Prellvorrichtung *p*, begrenzt. Der Amboß ruht auf einer schweren gußeisernen Unterlage *c*, der Schabotte, letztere wiederum auf einem Balkenbündel. Die Daumenwelle wird entweder von der Wasserradwelle selbst gebildet, oder sie wird von der Transmission angetrieben und erhält dann ein Schwungrad *s*. Der Brusthammer (Fig. 171, II) hat einen gußeisernen Stiel und ist mehr für schwere Schläge bei langsamem Gange geeignet, ebenso der Stirnhammer (Fig. 171, III). Die Hebelhämmer haben den Nachteil, daß die Hammerbahn bei verschieden starken Schmiedestücken mit der Amboßbahn verschiedene Winkel einschließt, ferner die Schläge sich nicht regulieren lassen; im Gegenteil wird bei dickeren Schmiedestücken die Schlagstärke geringer, da die Fallhöhe des Hammerkopfes auch kleiner wird. Daher finden Hebelhämmer nur noch selten Verwendung, am meisten noch der Schwanzhammer, und zwar in den Zeugschmieden. Er erhält einen Hammerkopf von 50 bis 300 *kg* Gewicht und macht 150—400 minutliche Schläge.

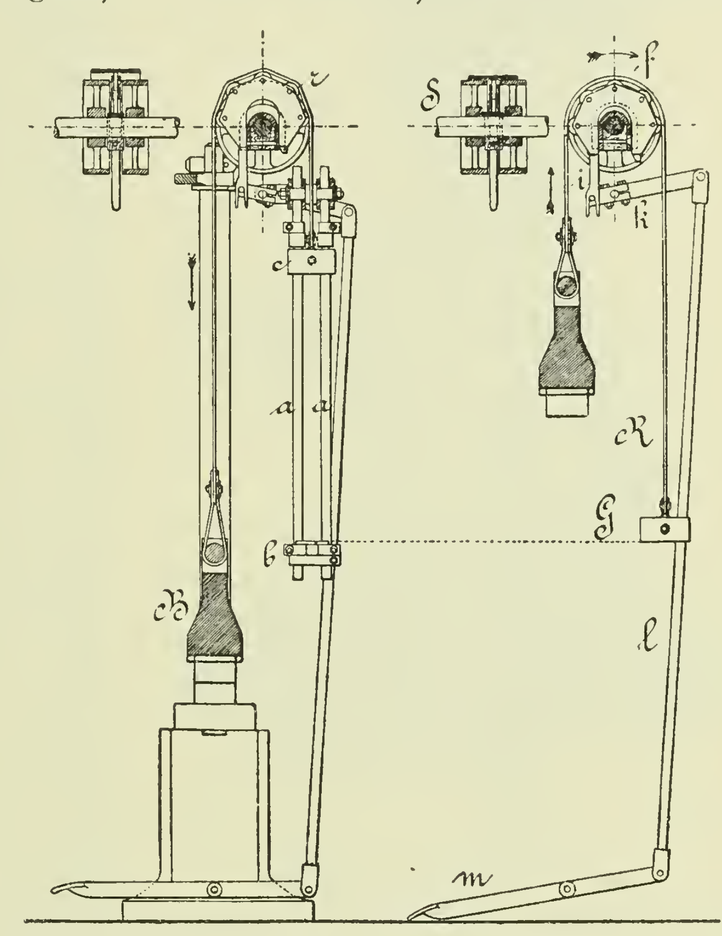


Fig. 172. Riemen-Fallhammer von Koch & Ko. in Remscheid.

β) Parallelhämmer.

Einige der am meisten verwendeten Konstruktionen sind:

a) Der Parallelhammer mit Riemenzug System Koch (Fig. 172) besteht aus einem in einer Führung gleitenden Hammer-

bär B, an dem ein Riemen R befestigt ist, der über zwei in der Pfeilrichtung f rotierende Riemenscheiben S gelegt und am anderen Ende durch ein Gewicht G so schwer belastet ist, daß die durch die Anspannung des Riemens erzeugte Reibung auf der Riemenscheibe den Bär zu heben vermag.

Will man den Bär fallen lassen, so wird der Riemen von der Scheibe mit einer eigenen Vorrichtung abgehoben. Diese Vorrichtung besteht aus mehreren losen Rollen r, die zwischen den beiden Scheiben S angeordnet sind und mittels der Stütze i durch den Hebel k, die Zugstange l und den Fußtritthebel m gehoben werden. Tritt man den Tritthebel nieder, so hebt sich der Hammerbär, läßt man den Hebel etwas in die Höhe, so läßt sich der Bär schwebend erhalten, läßt man den Tritthebel ganz frei, so fällt der Bär nieder. An den als Führung für das Gewicht G dienenden zwei Stangen a sind zwei verstellbare Anschläge b und c angebracht, durch welche man den Hub des Hammers nach Wunsch begrenzen kann. Die Stangen sind zu dem Zwecke oben an einem Hebel befestigt, der auf der Drehachse des Steuerhebels k aufgekeilt ist; sohin wird beim Auftreffen des Gewichtes G auf die Anschläge b und c der Hebel k selbsttätig gedreht. Die Hämmer werden mit einem Bärgewichte von 35 bis 750 *kg* ausgeführt.

Fig. 173.
Reibungshammer mit Schienenaufzug.

b) Ein anderer Hammer mit Reibungsaufzug ist der Präzisions-Schmiedehammer Fig. 173. An dem stählernen, in einer Führung laufenden Hammerbär B ist eine hölzerne Schiene s von rechteckigem Querschnitt angeschlossen, die zwischen zwei Reibungsrollen r hindurchreicht, von denen die eine von der Riemenscheibe e_1 rechtsum, die andere von der Riemenscheibe e_2 linksum gedreht wird. Die Riemenscheiben erhalten ihren Antrieb von einem Vorgelege durch einen

offenen und einen gekreuzten Riemen. Die Zapfen z der Rollen r stecken in exzentrischen Büchsen b_1 und b_2; b_1 kann man mit dem Hebel h drehen, indem h durch eine Zugstange u mit dem Zwischenhebel i verbunden ist, der entweder durch das Gelenkstück o von dem Handhebel a oder die beiden Gelenkstücke o und p von dem Tritthebel t betätigt werden kann. Die Drehbewegung von b_1 wird mittels zweier Zahnsegmente m und n auf b_2 übertragen. Wird der Handhebel a nach aufwärts- bezw. der Tritthebel t nach abwärts bewegt, dann werden die Lagerbüchsen b_1 und b_2 so gedreht, daß die Reibungsrollen gegeneinandergedrückt werden, die Schiene s fassen und mitsamt dem Hammerbär anheben. Der verstellbare Anschlag g verhindert ein zu hohes Aufsteigen, indem eine Nase des Hammerbärs daran trifft und den Anschlag mit der Stange u nach aufwärts bewegt. Die Stärke der Schläge kann durch den Handhebel a beliebig und leicht geändert werden. Diese Hämmer werden mit einem Bärgewicht von 50 bis 250 kg ausgeführt und dienen wie die Hämmer mit Riemenzug für Stanzarbeiten, für Gesenkschmiederei und leichte Schmiedearbeit; sie sind billig in der Anschaffung und erfordern wenig Reparatur.

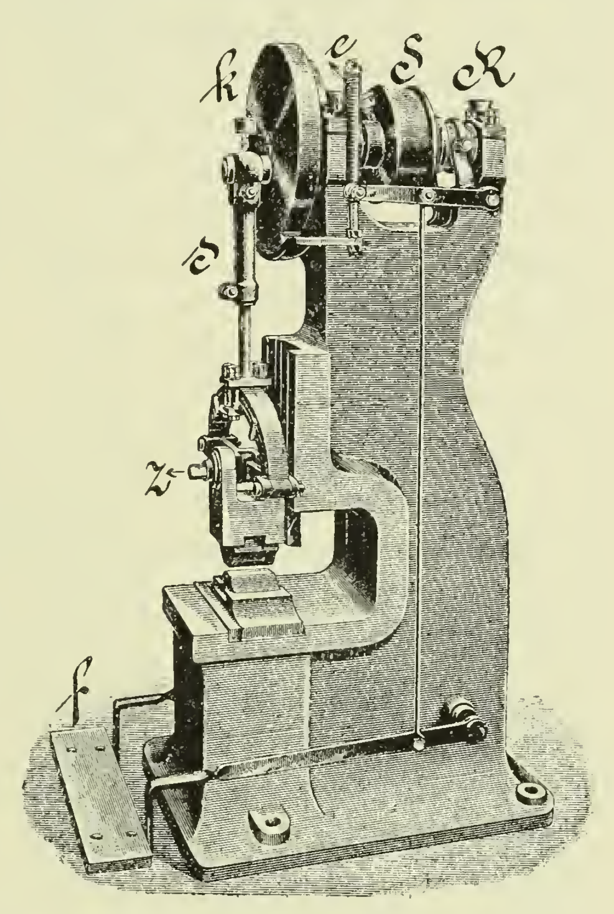


Fig. 174. Federhammer von Hürxthal und Brune in Remscheid.

c) Die Kurbelhämmer sind solche, bei denen der Hammerbär mittels Kurbel und Schubstange auf und nieder bewegt wird. Da der Hammerbär verschieden starke Schmiedestücke zu bearbeiten hat, der Kurbelhub aber ein konstanter ist, muß in den Mechanismus ein elastisches Zwischenglied eingeschaltet werden; man unterscheidet diesbezüglich den Federhammer und den Lufthammer, je nachdem eine Stahlfeder oder ein Luftkissen in Anwendung kommt.

Der Federhammer Fig. 174, der beste Schnellhammer für Kleinschmiederei zur Massenerzeugung, besteht aus dem in einer Führung gleitenden Hammerbär, der mit der Schubstange s verbunden ist. Diese Verbindung erfolgt durch eine am unteren Schubstan-

genende festgeklemmte, halbkreisförmig gebogene Blattfeder, deren Enden durch zwei Gelenkstücke an den Zapfen *z* angeschlossen sind. Die Schubstange ist oben an den Kurbelzapfen der als Schwungmasse dienenden Kurbelscheibe *k* angehängt, die von der Riemenscheibe *S* gedreht wird, wenn durch Niedertreten des Fußtritthebels *f* die Reibungskupplung *R* eingerückt wird. Läßt man den Tritthebel frei, so löst sich die Reibungskupplung; die Feder *e* drückt einen Bremsbacken gegen die Kurbelscheibe und bringt somit den Hammer schnell zum Stillstand. Indem verschieden starke Schmiedestücke behufs Vermeidung von Federbrüchen verschiedene Schubstangenlängen verlangen, so ist selbe zweiteilig, es läßt sich der untere Teil im oberen verschieben und mit einer Klemmschraube durch Zusammendrücken der geschlitzten Hülse festklemmen. Das Bärgewicht dieser Konstruktion beträgt 20 und 30 *kg* und er macht bis 400 Hübe in der Minute, doch baut man auch Federhämmer bis zu 400 *kg* Bärgewicht, die dann 100 minutliche Hübe machen.

In Amerika findet zur Massenfabrikation von kleinen Schmiedestücken eine eigene Art von Kurbel-Federhämmern, der Bradleyhammer (Fig. 175), vorteilhafte Verwendung. Der Hammerkopf *a* wird im Gestell *g* in langen Führungen gut geführt und mit einem schnell auf und nieder schwingenden Holzarm *c* bewegt. Durch zwei Paar dünne seitliche Stahlschienen *d* und ein zwischengelegtes Kautschukpolster *e* ist die Verbindung zwischen dem Hammerkopfe und dem Holzarme beweglich und elastisch gemacht. Der Holzarm ist in einem gegabelten, zweiteiligen Gußstück *f* eingeklemmt, das sich um den Zapfen *z* dreht und in der Gabelung zwei weitere Gummipuffer *h* und *i* trägt, zwischen welchen der Hebel *k* sich befindet, der von der Schubstange *l* in Schwingung gebracht wird, indem letztere unten ein Exzenter *m* umschließt, das auf der Triebwelle *n* sitzt. Der Antrieb erfolgt mittels Riemen, der mit einer vom Fußtritthebel *o* betätigten Spannrolle angespannt wird. Beim Loslassen des Tritthebels *o* drückt ein Bremsbacken *p* gegen das Schwungrad *q* und bringt den Hammer schnell zum Stillstand. Wie beim gewöhnlichen Kurbelfederhammer ist auch hier die Schubstange zum Verlängern und Verkürzen eingerichtet, um die Hammerbewegung der Stärke des Schmiedestückes anzupassen. Der Hub des Exzenters läßt sich von $2^1/_2$ bis 12 *cm* verschieden einstellen, indem man die beiden Teile der zweiteiligen Exzenterscheibe gegeneinander verdreht und mit den Schrauben *s* wieder festschraubt. Der Amboßstock ruht auf einem besonderen Fundament und wird durch vier lange Schrauben *r* in der richtigen Lage zum Hammergestell festgehalten. Die Originalhämmer werden in sieben verschie-

denen Größen von 7 bis 90 *kg* Hammergewicht für 435—225 minutliche Umdrehungen der Maschinenwelle gebaut. Ihr Kraftbedarf ist $^3/_4$—$3^1/_2$ PS. Die kleinsten Hämmer schmieden Stücke bis zu 20 *mm*

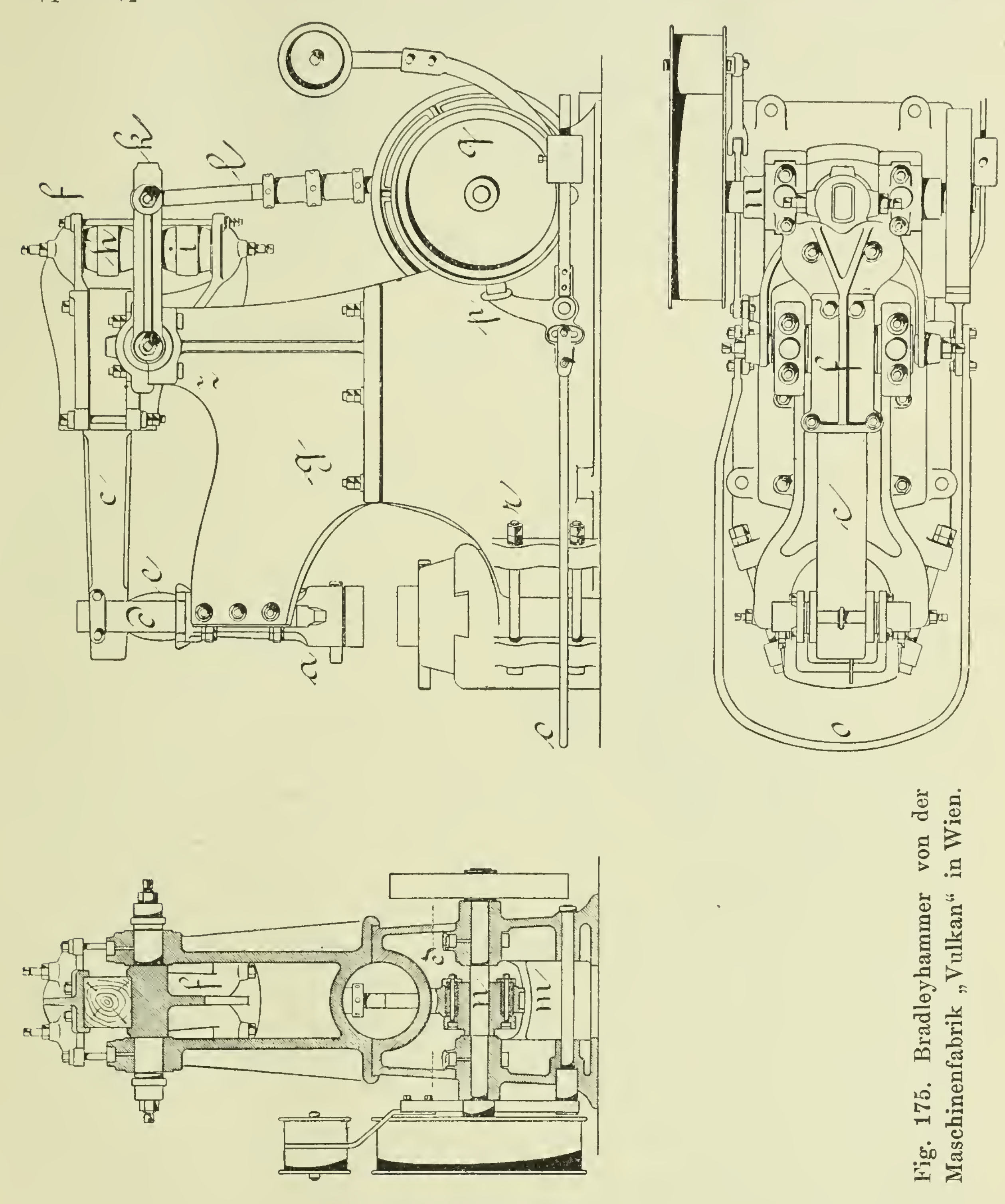


Fig. 175. Bradleyhammer von der Maschinenfabrik „Vulkan" in Wien.

Eisendicke oder 12 *mm* Stahldicke, die größten bis zu 100 *mm* starkes Eisen bezw. 70 *mm* Stahl.

d) Einen Kurbel-Lufthammer zeigt Fig. 176. Auf dem als Schabotte dienenden Sockel *r* ist das Hohlgußgestell *q* mittels der Schrauben *s* befestigt. Oben am Gestelle ist eine Welle gelagert, die eine Festscheibe *m*, eine Leerscheibe *n*, ein Schwungrad *o* und eine

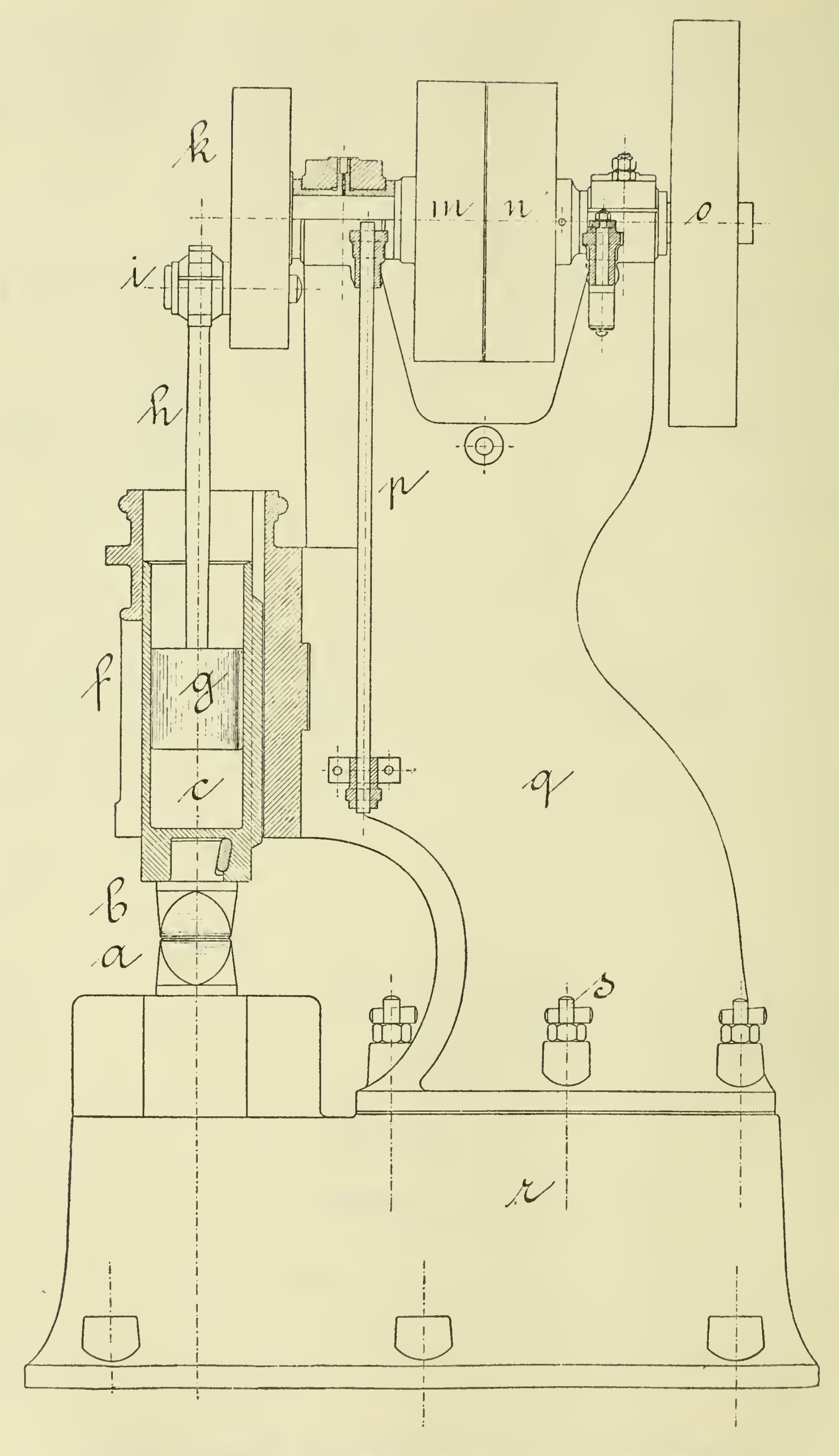


Fig. 176. Kurbel-Lufthammer der Aerzener Maschinenfabrik.

Kurbelscheibe *k* trägt. An den Kurbelzapfen *i* ist die Schubstange *h* angeschlossen und letztere ist unten mit dem Kolben *g* verbunden, der in den Zylinder *c* einpaßt; letzterer wird in Führungen *f* geführt und bildet mit dem Hammerkopfe *b* das Bärgewicht. Die unter dem Kolben *g* eingeschlossene Luft wirkt als elastisches, federndes Zwischenglied zwischen dem Kurbelmechanismus und dem Hammerbär. Geht der Kolben *g* auf und nieder, dann muß auch *c* folgen, indem beim Hinaufgange unterhalb von *g* ein Vakuum entsteht, beim Hinabgange hingegen die Luft unter *g* stark zusammengedrückt wird. Die unter dem Kolben auftretenden Luftpressungen betragen nach vorgenommenen Messungen und bei

80 *m* Kolbengeschwindigkeit in der Minute 4 Atm.
95 *m* „ „ „ „ 6 „
105 *m* „ „ „ „ 8 „

Das Schmiedestück kann verschiedene Dicke annehmen, denn in der tiefsten Stellung von *g* ist bis zum Boden des Zylinders *c* noch ein großer Zwischenraum vorhanden. Der Hammer eignet sich sehr gut für solche Schmiedearbeiten, bei denen schnell aufeinanderfolgend gleichmäßige Schläge zu führen sind.

Eine neue Bauart des Kurbellufthammers zeigt Fig. 177, 178. Das Untergestell *r* ruht auf einer Balkenlage, die Schabotte des Ambosses *a* ist besonders fundiert. Der Kolben *g* gleitet in einem festen Zylinder *c* und unter *g* befindet sich ein zweiter Kolben g_1, der mit der Kolbenstange *t*, dem Gleitstücke *u* und dem Hammerkopfe *b* das Hammergewicht bildet. Den Hubbewegungen von *g* folgt auch g_1 entsprechend verzögert, nacheilend. Um die Luftmenge zwischen *g* und g_1 zu regulieren, ist eine Öffnung *x* vorhanden, die in ein Ventilgehäuse mündet, dessen Ventil von der Steuerwelle *w* aus betätigt wird, die mittels der Kegelräder *v* von der Kurbelwelle den Antrieb erhält. Diese Präzisionssteuerung sichert eine gleichmäßige, größtmögliche Schlagstärke auch bei höchster Tourenzahl. Eine zweite, vertikale, zur Steuerung dienende Spindel *p* kann entweder unmittelbar von dem Handhebel 3 oder von dem Fußtritthebel 4 aus mittels des aufrechten Hebelarmes 5 und der Verbindungsstange 6 betätigt werden. Von *p* aus wird oben mittels des Hebels 9 die Riemengabel 10 verschoben und so der Hammer in und außer Gang gebracht. Unterhalb des Kolbens g_1 ist ein Saugventil *y* angeordnet, um Luft unter diesen Kolben einzulassen; gleichzeitig wird durch die Zugstange 7 und den Hebel 8 die Luft-Ein- und Ausströmung *z* von Hand aus reguliert. Hiedurch kann man die Anzahl und Stärke der Schläge während des Ganges beliebig verändern und unterbrechen, wie es

behufs Ausschmiedens verschiedenartiger Stücke nötig ist. Bei geöffnetem Lufthahne *z* arbeitet der Hammerbär. Wird der Hahn *z* geschlossen, so bildet sich beim Anheben des Bären infolge Lufteinsaugen durch das Rückschlagventil *y* unter dem Bärkolben g_1 ein Luftkissen, so daß der Bär in hochschwingender Stellung verbleibt.

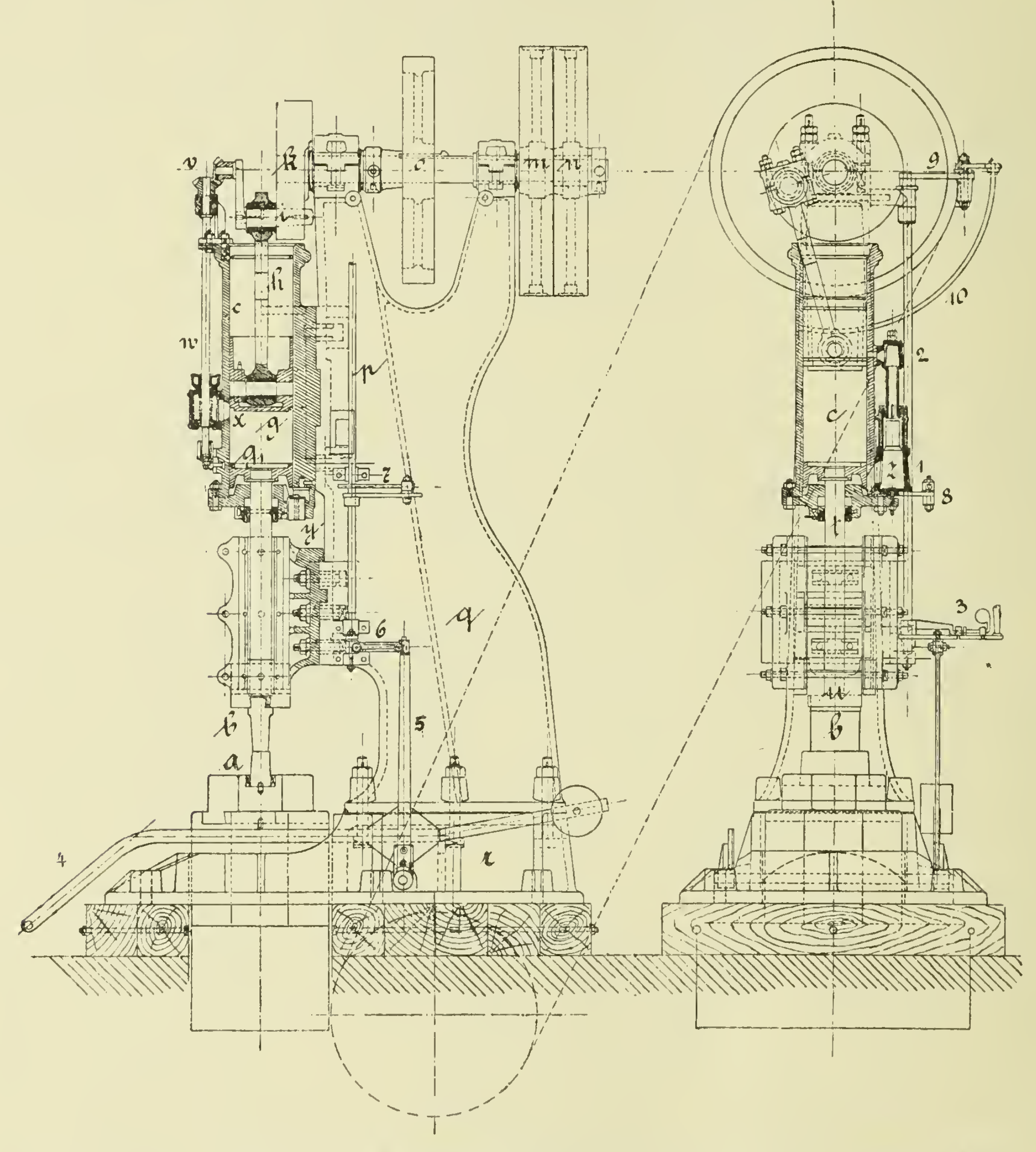


Fig. 177, 178. Neuere Bauart eines Kurbel-Lufthammers der Aerzener M.-F.

Die Änderung der Schlagzahl wird durch nur teilweises Laufenlassen des Riemens auf der Vollscheibe *m* erreicht.

e) Der Lufthammer von Massey in Manchester (Fig. 179—181) zeigt schon den Übergang zum Dampfhammer, wie man ja umgekehrt jeden Dampfhammer sofort auch mit Druckluft treiben kann. Oben am Gestelle sind zwei Zylinder, der Arbeitszylinder *a* und der Kompressorzylinder *b*, die aus einem Stücke gegossen und durch ein doppeltes System von Kanälen miteinander verbunden sind von denen

das eine in Fig. 179 ausgezogen, das andere punktiert ist. Ferner ist ein mit Klappen versehener Drehschieber *c* vorhanden, welcher in seinen verschiedenen Stellungen die Kanalverbindungen verändert. Zu seiner Einstellung dient die Kurbel *d*, die von einer Zugstange aus mittels des Handhebels *e* oder des Trittbebels *f* bewegt wird. Im Arbeitszylinder ist der Kolben *g*, der mit der Kolbenstange und dem Hammerbär ein Stück bildet. Im Zylinder *b* wird der Kolben *h* mittels einer Schubstange von einer Kurbel aus auf und nieder bewegt. Wenn der Drehschieber in der Mittelstellung des Handhebels die in Fig. 179 gezeichnete Lage hat, so wird einfach die im Kompressorzylinder befindliche Luft abwechselnd durch die ersichtliche Kanalverbindung über und unter den Kompressorkolben überströmen und der Arbeitskolben bleibt in Ruhe. Sollen Schläge ausgeführt werden, so muß die Verbindung der beiden Enden des Kompressorzylinders unterbrochen werden, indem der Schieber *c* linksum gedreht wird; man kann hiebei auch die Stärke der Schläge beliebig einstellen. Dreht man den Drehschieber durch Heben des Handhebels rechtsum, so wird unter dem Arbeitskolben Preßluft erzeugt, indem von den beiden im Drehschieber befindlichen Klappen die eine als Saug-, die andere als Druckklappe wirkt; der Hammerbär wird hiedurch, in seiner Hochlage stehen bleibend, schlagbereit gehalten.

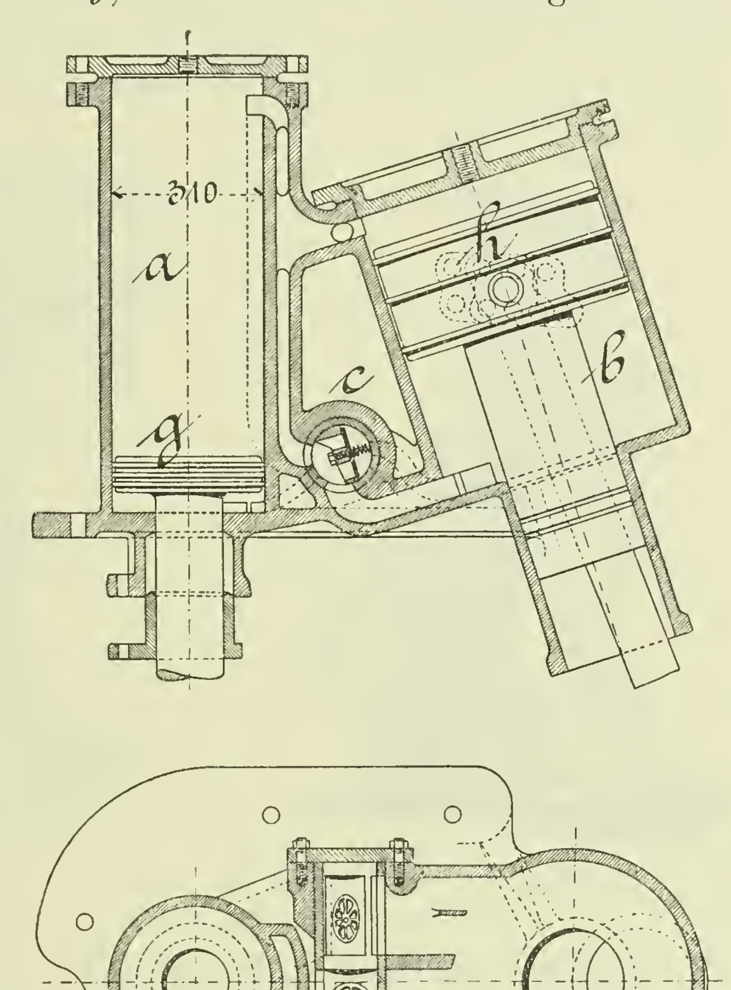


Fig. 179, 180. Lufthammer von Massey.

Als weiterer Vorteil des Hammers sei erwähnt, daß die Kurbelwelle ganz unten nahe dem Fundament gelagert ist, so daß eine große Standfestigkeit erreicht wurde; deshalb kommen in neuerer

Zeit ähnliche Bauarten auch von anderen Firmen vielfach in Aufnahme.

f) Der Daumenhammer hat einen Hammerbär, der in einem Gestelle in Führungen geführt wird und mit einem Daumen, der an einer nebenan befindlichen, schnell rotierenden Welle sitzt, aufgehoben wird. Indem sich die Schlagstärke bei diesen Hämmern nicht verändern läßt, finden sie nur zum Treiben und Spannen von Blech als Schnellhämmer, die 300—400 Schläge in der Minute machen, vorteilhaft Verwendung.

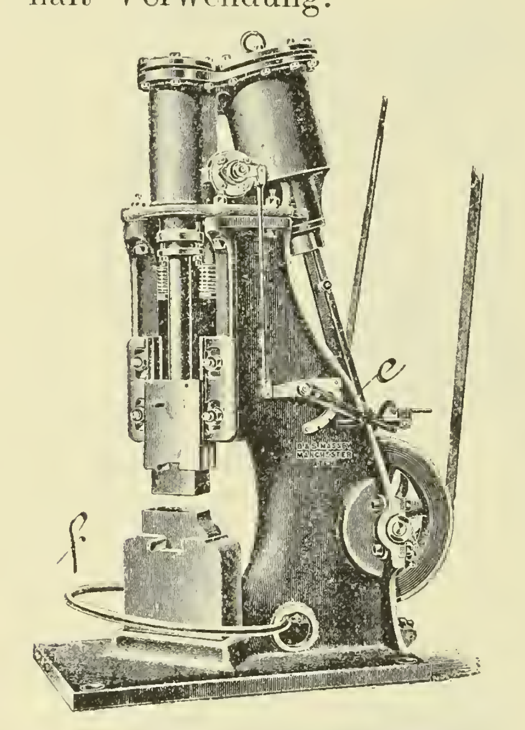



Fig. 181. Masseys 3 Ztr.-Hammer.

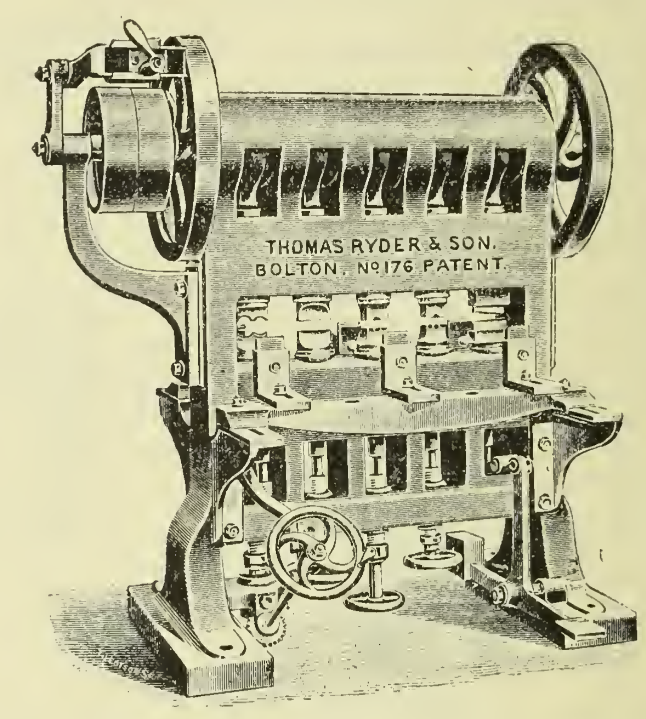


Fig. 182. Schmiedemaschine.

Erwähnt seien hier noch die Stampfwerke, bei denen die Pochstempel durch Hebedaumen gehoben werden und die u. a. auch zur Herstellung der Bronzefarben dienen. Die Farbe besteht aus äußerst feinen Metallstäubchen und findet als Malergold oder Brokatfarbe Anwendung. Durch das fortgesetzte Schlagen werden die im Pochtroge befindlichen Metallblättchen so hart und steif, daß sie in feine Splitter zerteilt werden.

C. Schmiedemaschinen.

Bei der Massenerzeugung von Nägeln u. dgl. wird mit Vorteil die Schmiedemaschine Fig. 182 verwendet, bei der 3—5 Hämmer, beziehungsweise Obergesenke von einer gemeinschaftlichen Welle mittels Exzentern und Schubstangen mit 800—1000 Hüben in der Minute auf und nieder bewegt werden. Die Ambosse beziehungsweise Untergesenke werden durch Handräder oder Fußtritthebel in der richtigen Höhe eingestellt. Vor und hinter den Gesenken sind stellbare Auflagen und Anschläge angeordnet, die für verschiedene Schmiedestücke entsprechend eingestellt werden.

D. Druckluft hämmer.

In vielen Werkstätten wird mit Vorteil Druckluft verwendet, um die Handarbeit durch mechanische Kraft zu ersetzen. Die Druckluftmeißel und Drucklufthämmer dienen in Kesselschmieden zum Meißeln, Nieten und Stemmen, in Gießereien zum Entfernen der Gußnähte. In Gießereien verwendet man auch den Druckluftstampfer. Mit Druckluftanlage eingerichtete Werkstätten verwenden auch vorteilhaft Druckluftbohrmaschinen, Drucklufthebezeuge und -Aufzüge; die beim Bohren und Fräsen entstehenden Späne werden mit Druckluft entfernt, die Gußstücke mit Sandstrahlgebläsen geputzt, ebenso Bleche, um sie zum Anstreichen vorzubereiten, u. s. w.

Die Drucklufthämmer besitzen einen rasch hin- und hergeführten Kolben, der sich entweder selbst steuert oder von einem eigenen Steuerkolben gesteuert wird; die ersteren arbeiten mit bis 15000 Schlägen in der Minute und werden für Meißel- und Stemmarbeiten benützt. Die Hämmer mit Steuerkolben liefern stärkere Schläge, da ihr Hub länger ist; sie arbeiten aber langsamer mit bis 2000 Schlägen in der Minute und finden hauptsächlich beim Nieten Verwendung. Die Kolbendurchmesser schwanken zwischen 19 und 44 *mm*, die Hübe zwischen 13 und 127 *mm*. Die leichtesten Hämmer wiegen (nach Paul Möller in der Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing., 1904) 1·36 *kg*, die schwersten 11·8 *kg*. Der Luftdruck schwankt zwischen 5·1—7 Atm., der Luftverbrauch eines Hammers zwischen 0·3—0·4 m^3 per Minute.

Eine Druckluftanlage besteht aus einem Kompressor, einem Druckluftbehälter mit Armatur, einer von dem Druckluftbehälter ausgehenden Rohrleitung mit Abzweigungen und Schlauchanschlüssen, sowie den von den Anschlüssen zu den Werkzeugen führenden Schläuchen und endlich den eigentlichen Werkzeugen. Der Kompressor wird durch die Transmission angetrieben und ist mit Zylindermantelkühlung versehen. Der Druckluftbehälter soll groß sein, daß er den dreifachen Kubikinhalt der minutlichen Leistung des Kompressors aufnimmt. Für die Druckleitung nimmt man gewöhnliche Gasrohre. Die letzte Verbindung mit dem Werkzeug wird durch einen 4—5 *m* langen Gummischlauch gebildet.

Die Fig. 183 zeigt eine neuere Bauart eines Drucklufthammers mit Steuerkolben. Er besteht aus der Handhabe *g* mit einem zylindrischen Ansatze, dem hierin eingeschraubten Zylinder *a*, dem Schlagkolben *b* und dem Kolbenschieber *c*.

Die aus dem Gummischlauche *s* auf dem Wege $f\ a_2\ a_3\ b_1\ b_2\ b_0$ hinter den Schlagkolben *b* strömende Druckluft treibt diesen bis zum Schlage auf das Werkzeug *w* vor, worauf der Kolbenschieber *c* durch

sein Beharrungsvermögen weiter voreilt und den Auspuff b_0 b_3 b_4 a öffnet. Die Öffnung b_4 ist nämlich durch das Vorschieben des Kolbens b frei geworden. Geht der Kolbenschieber weiter, so wird er nach Überschreiten der Öffnung e durch das Luftpolster d abgefangen. Nun wird b durch den beständig auf der Ringfläche b_5 lastenden Druck zurückgetrieben, wobei nach Überschreiten von e_1 das Luftpolster d_1 den Kolbenschieber c abfängt. Eine Bohrung e_2 in b verbindet e und e_1 beständig mit der Außenluft.

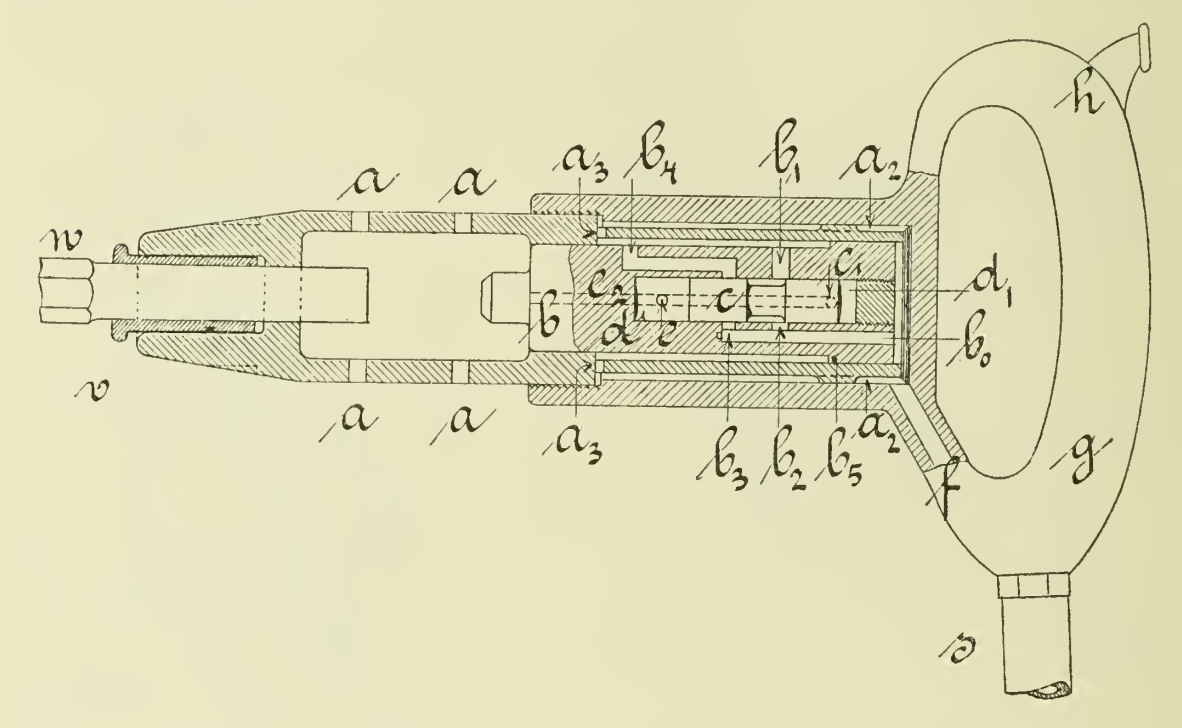


Fig. 183. Drucklufthammer von Ch. H. Schill in Manchester.

Bei der Arbeit wird der Handgriff g mit der rechten Hand gefaßt, das Werkzeug w mit der linken auf das Arbeitsstück aufgesetzt und mit dem Daumenhebel h das im Handgriff angeordnete Ventil zum augenblicklichen An- und Abstellen des Luftzutrittes betätigt. Eine Stellschraube dient zum Regeln der Schlagstärke. Indem das Werkzeug vorgeschoben wird, weicht das Material des Arbeitsstückes unter der Einwirkung der schnellen Schläge zurück; es können hiemit verschiedene Arbeiten in viel kürzerer Zeit ausgeführt werden als bisher.

Ein Nachteil der Druckluftwerkzeuge ist der Rückstoß, den der rechte Arm des bedienenden Arbeiters aufzunehmen hat und der besonders für Ungeübte recht unangenehm wird.

6. Anwendung von stoßartig wirkenden Vorrichtungen.

In besonderen Fällen, besonders bei der Gesenkschmiederei, beim Pressen und Prägen ist es vorteilhafter, anstatt der schnellen Schlag-

wirkung des Hammers einen langsamer wirkenden Druck auszuüben; während die Hammerwirkung sich in etwa 0·1 bis 0·2 Sekunden vollzieht, ist die Einwirkung des Stoßstempels von etwas längerer Dauer, die Druckwirkung verteilt sich gleichmäßiger durch die ganze Materialdicke und die Erschütterungen sind geringer. Gibt man zwischen zwei Stempel, von welchem der eine erhaben gearbeitet ist, der andere die hiezu passende Hohlform hat (Fig. 184), ein dünnes Blech und drückt den Oberstempel (die Patrize) nieder, so wird das Blech in die Hohlform des Unterstempels (Matrize) hineingedrückt bezw. hineingezogen. Diese Arbeit heißt man Stanzen; bei Anfertigung flacher Blechartikel, wie Teller, Topfdeckel, Schalen, Plakate u. dgl., auch Hohlprägen. Hat dagegen der Oberstempel und auch der Unterstempel eine vertiefte Gravierung (Fig. 185), so wird eine dazwischen-

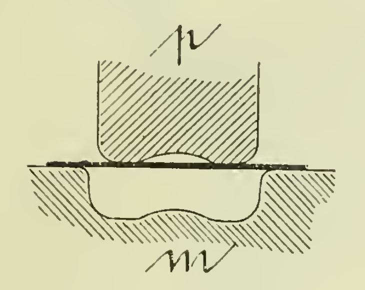


Fig. 184. Stanzen. *p* Oberstempel oder Patrize, *m* Unterstempel oder Matrize.

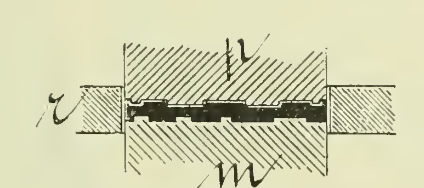


Fig. 185. Prägen. *r* Prägring.

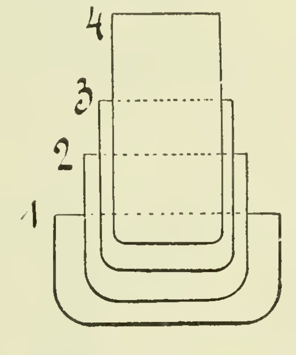


Fig. 186. Übergangsformen beim Ziehen.

gelegte dickere Blechscheibe aus bildsamem Material bei genügendem Drucke in die Vertiefungen der beiden Stempel hineingepreßt, indem das Material hiebei in den Zustand des Fließens kommt. Das seitliche Heraustreten des Materials wird durch den Ring *r* verhindert. Diese Arbeit heißt man das Prägen.

Während sonach beim Stanzen das Blech ähnlich wie beim Bördeln gebogen und gestaucht wird, läßt das Prägen einen ähnlichen Arbeitsvorgang wie beim Gesenkschmieden erkennen. Sollen sehr tiefe Hohlformen, wie Blechgeschirre, Patronenhülsen oder Rohre, aus einer ebenen Blechscheibe hergestellt werden, so kann dies nur allmählich geschehen (Fig. 186); die Matrize geht dann in die Form eines Ringes über und der weitere Arbeitsvorgang besteht in dem Durchleiten eines stabförmigen Körpers durch immer enger werdende Öffnungen, ist also ein Ziehen.

Wollte man dünne Bleche zu einer dosenartigen Form stanzen und hiebei einfach bloß einen Ober- und Unterstempel anwenden, so möchte der Rand faltig werden. Um das Aufsteigen des Bleches zu

verhindern und das Hineinziehen in die Hohlform gleichmäßig zu machen, wird der Blechrand mit einem Ringe *r* gehalten (Fig. 187), indem die Feder *f* mittels des Stempels *s* den Ring *r* stützt und so dem Niedergehen des Oberstempels *m* mit einer gewissen Kraft entgegenwirkt. Gleichzeitig dient hier der scharfe Außenrand des Oberstempels *m* und ein um den Unterstempel, die Patrize *p*, gelegter Lochring *i* als Scherzeug und es werden hiemit von einem ruckweise

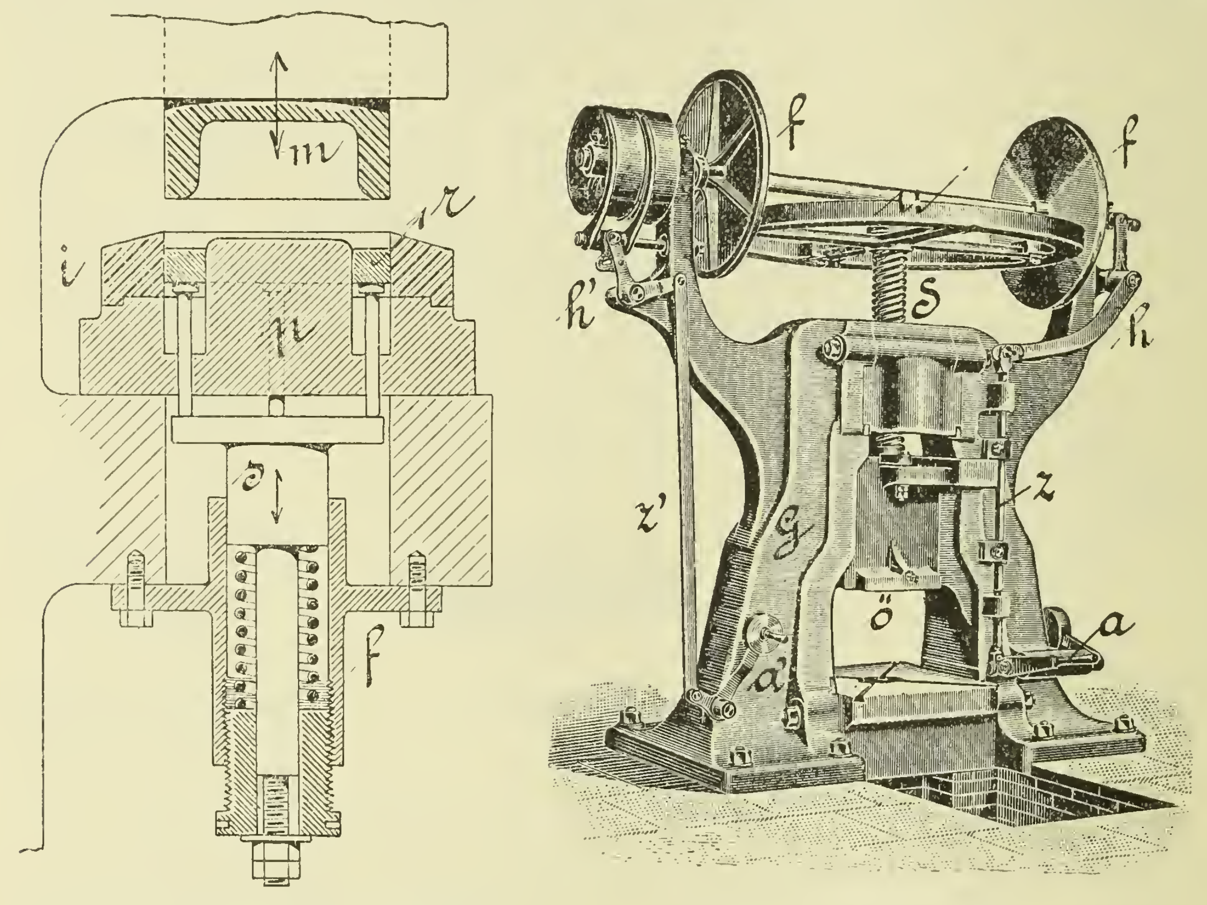


Fig. 187. Ziehen dünner Bleche.

Fig. 188. Spindelpresse.

zugeschobenen Blechstreifen zuerst runde Blechscheiben ausgeschert und diese sofort beim weiteren Niedergange der Matrize zu einer Dose geformt.

Anmerkung. Das Ausscheren oder Lochen von Blechscheiben aus einem Bleche sowie das Ausscheren der Zahnlücken bei der Fabrikation der Sägen wird auch Stanzen genannt. Im allgemeinen versteht man also darunter die Herstellung löcherartiger Vertiefungen in der Mitte oder am Rande eines Bleches mittels zweier gegeneinander bewegten Backen, die deformierend oder scherend wirken.

Die mechanischen Hilfsmittel für das Stanzen und für das Prägen sind das Fallwerk, die Schrauben- oder Spindelpresse, die Kniehebel- und die Exzenterpresse.

Eine Schraubenpresse mit Friktionsantrieb zeigt die Figur 188 im Schaubilde und die Figur 189 im Vertikalschnitt. Sie hat einen zweibeinigen, symmetrischen Ständer *G*, der in dem Kopf-

stücke das viergängige Muttergewinde der Stahlspindel S trägt, an der unten der Stößel $ö$ befestigt ist. Oben trägt die Spindel S einen belederten Schwungring u, der durch zwei Reibungsscheiben f rechts-

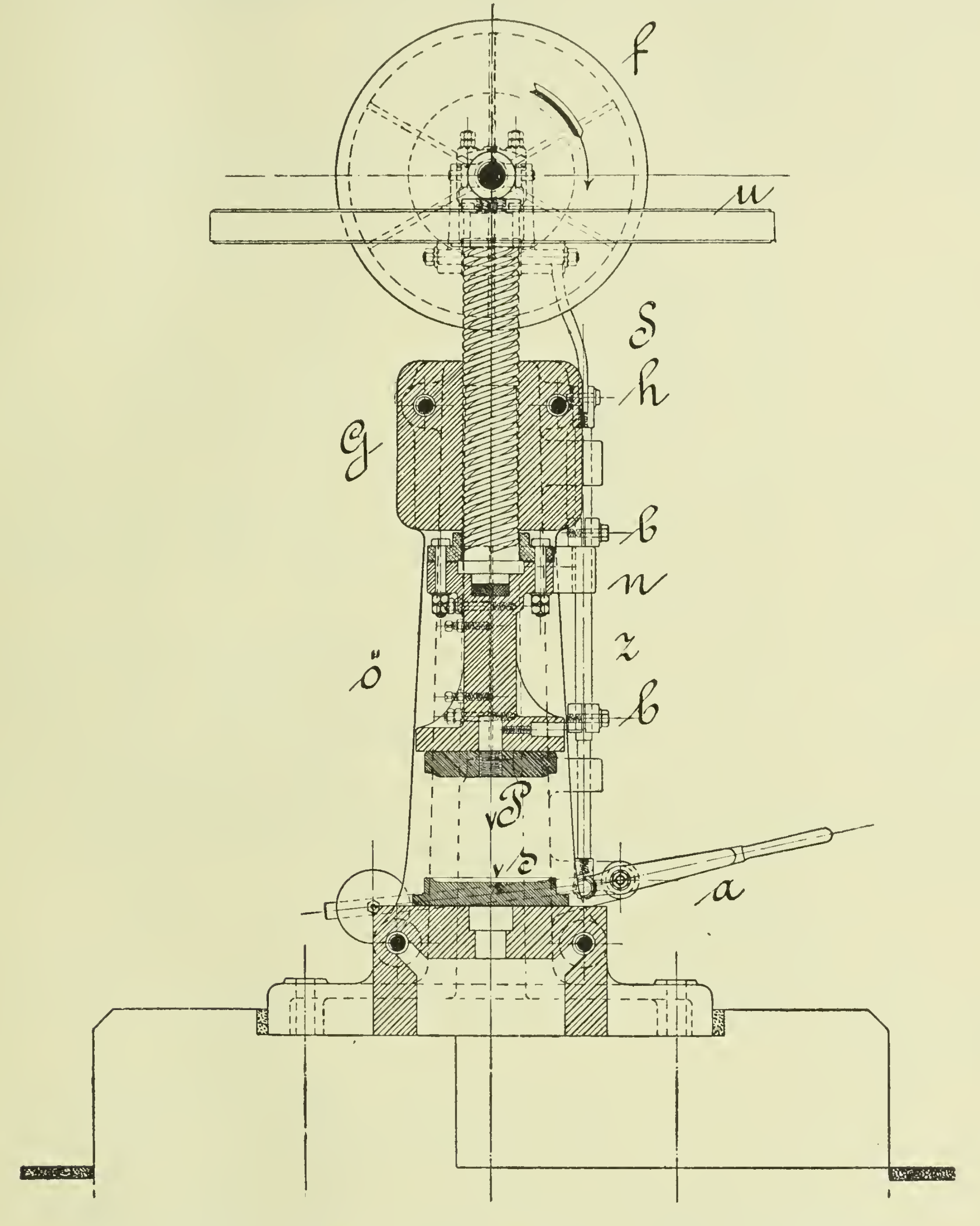


Fig. 189. Spindelpresse mit Friktionsantrieb, 150 *mm* Spindelstärke, von E. Kircheis in Aue i. S.

oder linksum gedreht wird, je nachdem die eine oder die andere dieser Scheiben an den Schwungring angepreßt wird. Die Scheiben sind zu dem Zwecke auf einer oberhalb gelagerten Querwelle befestigt, die mittels Riementrieb von der Transmission etwa 150 minutliche Drehungen erhält und mittels des Winkelhebels h, der Zugstange z

und des Handhebels *a* seitlich verschiebbar ist. Die Riemenverschiebung erfolgt vom Handhebel *a'* aus über *z'* und *h'*. Überdies sind zur Selbststeuerung an der Zugstange *z* zwei Knaggen *b* befestigt, die durch eine an dem Stößel angegossene Nase *n* beim Auf- und Niedergehen des Stößels verschoben werden. Der Kraftverbrauch der Maschine beträgt bei 7—5 vollen Hüben in der Minute und 150—200 *mm* Spindelstärke 3—5 PS. Zwischen der zu verrichtenden Arbeit P . s (Fig. 189) und der lebendigen Kraft, die im Schwungringe *u* angesammelt ist, besteht die Beziehung $P \, . \, s = \frac{G \, . \, v^2}{9{\cdot}81 \, . \, 2}$; hierin ist die Kraft *P* und das Gewicht des Schwungringes *G* in Kilogramm, der Weg *s* und die Ringgeschwindigkeit *v* in Meter ausgedrückt. Der rechtsstehende Ausdruck ist dann noch mit dem Wirkungsgrade der Schraube, etwa 0·5, zu multiplizieren. Wie Rechnungsbeispiele lehren, ist die Kraft *P* eine sehr große, besonders wenn die Tiefe der zu stanzenden Blechteller u. dgl. gering ist; daher ist auch eine so außerordentlich kräftige Bauart des Ständers nötig und der bedienende Arbeiter darf ja nie den Oberstempel auf den Unterstempel ohne nachgiebiger Zwischenlage hart auftreffen lassen.

Indem der Kniehebel auch eine vorteilhafte Übersetzung der Kraft auf den Preßstempel ermöglicht, finden zuweilen zum Prägen von Münzen und zum Stanzen von Blechgegenständen Kniehebelpressen Verwendung. Die Fallwerke wurden bereits unter den Transmissionshämmern (Fig. 172 und 173) behandelt, ebenso die Exzenterpresse als Schmiedemaschine (Fig. 181).

7. Anwendung von langsam wirkendem Drucke.

Hiezu eignet sich am besten unmittelbar wirkender Dampf- oder Wasserdruck, indem man damit leicht jede beliebig hohe Pressung erzeugen kann.

Die erste hydraulische Schmiedepresse wurde von John Haswell im Jahre 1861 für die Staatseisenbahngesellschaft in Wien gebaut. In neuerer Zeit finden diese Pressen in fast ähnlicher Bauart mehr und mehr Verwendung, weil sie dieselbe Arbeit wie die schweren Dampfhämmer zu leisten im stande sind, u. zw. in kürzerer Zeit und mit weniger Dampfverbrauch. Zugleich fallen die gewaltigen Erschütterungen, die ein Dampfhammer verursacht, fast ganz weg und die Reparaturen sind auch geringer.

Eine hydraulische Schmiedepresse, Patent Breuer, Schumacher & Ko., die auch schon mehrfach von Breitfeld Danek & Ko. in Prag ausgeführt wurde, zeigt Fig. 190, 191. Sie besteht aus zwei

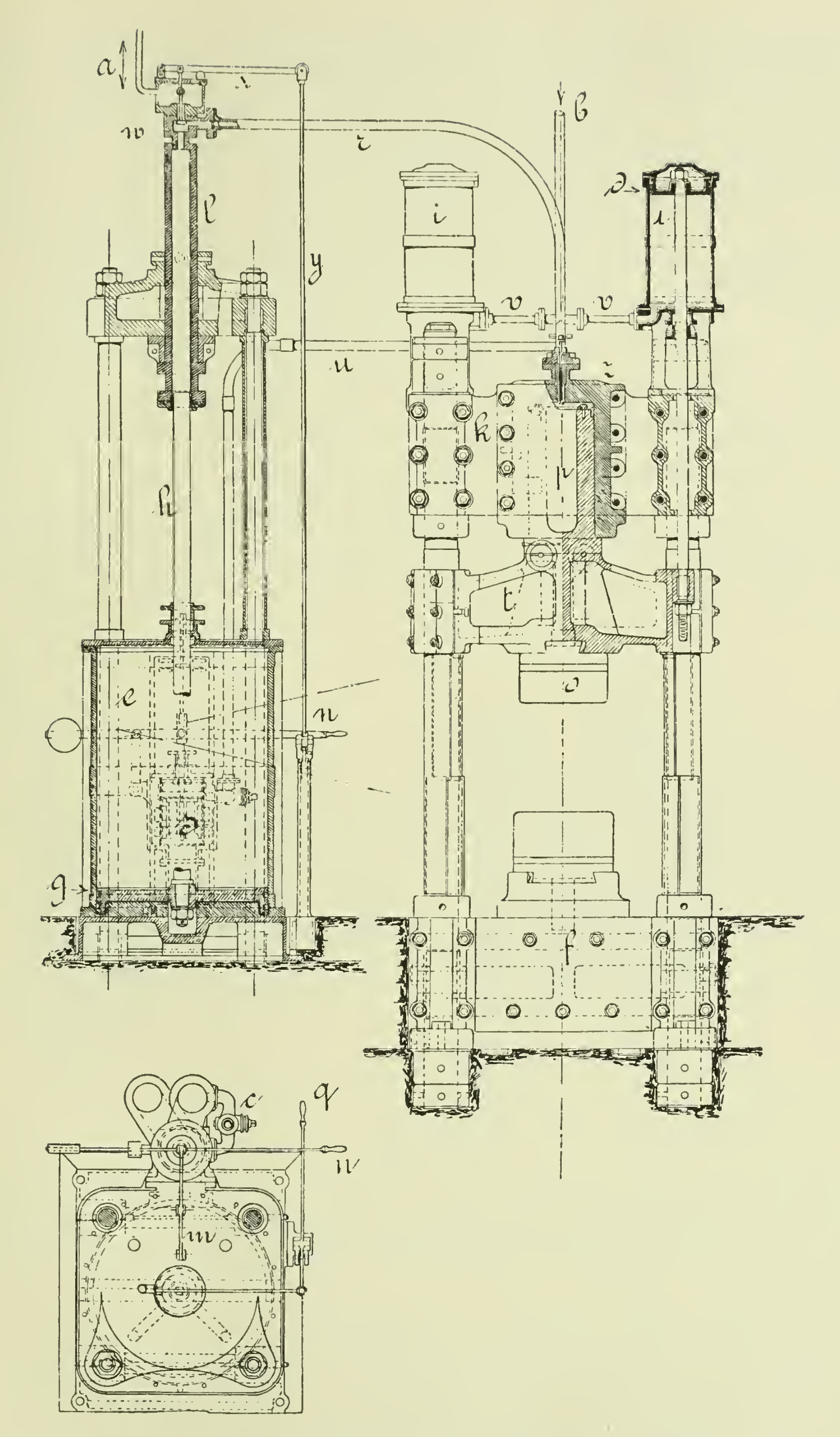


Fig. 190, 191. Hydraul. Schmiedepresse von Breuer, Schuhmacher & Ko. in Kalk bei Cöln a. Rh.

Teilen: der eigentlichen Presse und der Dampfpumpe. Die Presse hat eine Fußplatte *f*, die das Untergesenk trägt, und eine Kopfplatte *k*,

die den Zylinder *z* enthält. Die beiden Stücke *f* und *k* sind durch vier kräftige Säulen miteinander verbunden. Der hydraulische Druck, wenn er auf den Plunger *p* ausgeübt wird, bewirkt eine Abwärtsbewegung des Kreuzkopfes *t*, der an der unteren Seite das Obergesenk *o* trägt. Mit dem Kreuzkopfe sind durch zwei dünne Kolbenstangen zwei Dampfkolben *d* verbunden, die sich in den Dampfzylindern *i* befinden; läßt man in diese Zylinder unter die Kolben *d* Dampf eintreten, so wird der Kreuzkopf mit dem Obergesenk gehoben; läßt man dann den Dampf wieder entweichen, so setzt sich das Obergesenk, indem es durch das eigene Gewicht niedersinkt, auf das zu schmiedende Arbeitsstück auf; in diesem Moment läßt man das Druckwasser auf den Plunger *p* zur Wirkung kommen.

Die Dampfpumpe besteht aus einem stehenden Dampfzylinder *e*, einem Dampfkolben *g*, dessen Kolbenstange *h* zugleich den Plunger des Preßzylinders *l* bildet. Wie bei den Dampfzylindern *i*, so tritt

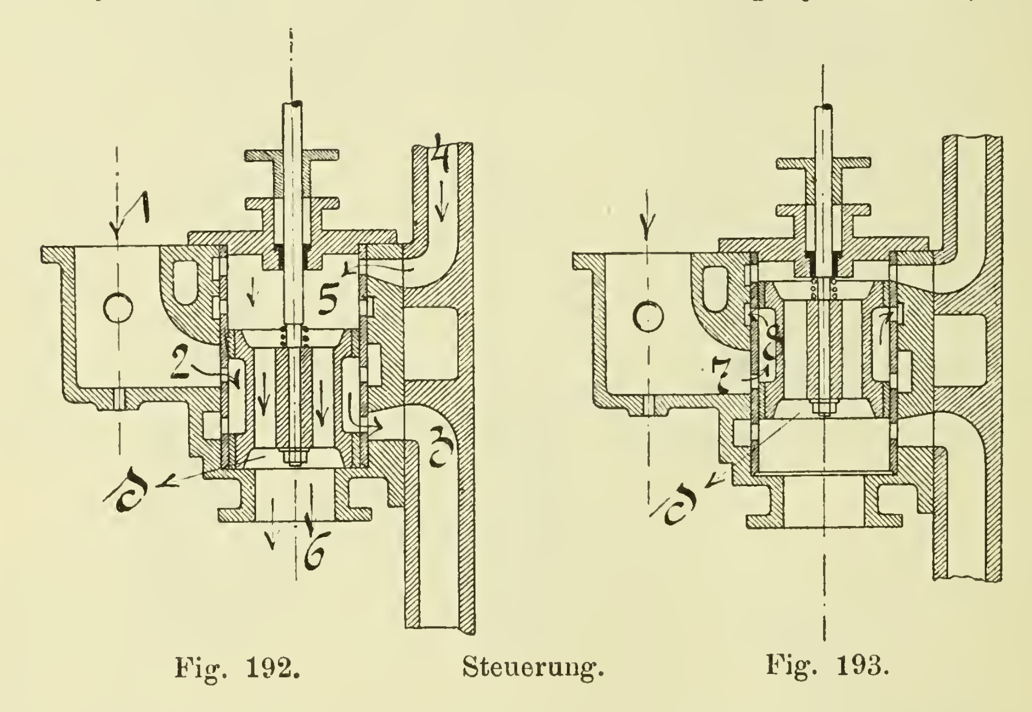


Fig. 192. Steuerung. Fig. 193.

auch hier der Dampf nur von unten, also unter dem Dampfkolben *g*, ein, nur der Auspuffdampf strömt über den Kolben, um den Zylinder zu erwärmen.

Man sieht, daß, wenn der Preßzylinder *l* durch das Rohr *r* mit dem Zylinder *z* verbunden ist und alle drei Teile mit Wasser vollgefüllt sind, beim Eintritt von Dampf unter den Kolben *g* das Wasser aus *l* nach *z* hinübergedrückt wird, u. zw. mit 500 Atm. Pressung.

Zur Steuerung dient der Kolbenschieber *s* (Fig. 192 und 193) und der Handhebel *n*. In der Stellung Fig. 192 strömt der Dampf über 1—2—3 unter den Kolben *g* und der oberhalb *g* befindliche Dampf entweicht über 4—5—6 ins Freie. In der Stellung Fig. 193

strömt der Dampf über 7—8 und die Rohrleitung *u* und *v* unter die beiden Dampfkolben *d*, während der unter dem Kolben *g* befindliche Dampf ins Freie entweicht, bezw. zum Teil in den Zylinder oberhalb des Kolbens *g* überströmt. Aus der Figur 192 kann man auch entnehmen, daß in der dort gezeichneten Stellung der Dampf aus den beiden Dampfzylindern *i* ins Freie entweichen kann.

Durch einen Dreiweghahn *c* (Fig. 191) kann man überdies direkt Dampf unter die beiden Kolben *d* leiten und in dieser Stellung die gewöhnliche Arbeit des Streckens eines Ingots verrichten.

Muß der Plunger *p* noch weiter gehoben werden, trotzdem der Pumpenplunger *h* bereits in der untersten Stellung angelangt ist, so muß man Wasser ausströmen lassen; dies erfolgt durch das Ventil *w*, welches durch Niederziehen des Hebels *x* mit der Stange *y* und dem Handhebel *q* geöffnet wird. Das abströmende Wasser gelangt durch ein Rohr *a* in einen oberhalb der Schmiedepresse aufgestellten Behälter.

Soll der Plunger *p* so weit niedergehen, bis sich *o* auf das Schmiedestück aufsetzt, ohne daß der Plunger *h* gehoben wird, so muß man Wasser einströmen lassen; dies erfolgt wieder durch das Ventil *w*; da aber das Ventil *w* nur sehr klein sein darf, damit das Hinaufgehen des Plungers *p* nur langsam und ohne heftige Stoßwirkung erfolgt, so ist noch eine zweite Rohrleitung *b* vorhanden, durch welche die nötige Wassermenge aus dem Behälter direkt in den Zylinder *z* zugeführt wird. An der Einmündung dieses Rohres *b* in den Zylinder *z* ist ein selbsttätiges Rückschlagventil vorhanden, so daß durch das Rohr *b* kein Wasser zurücktreten kann, wenn im Zylinder Preßdruck erzeugt wird.

Geht aus Versehen der Dampfkolben *g* zu hoch hinauf, so stößt er an einen Zapfen; dieser reicht durch den Zylinderdeckel hindurch und ist an den Hebel *m* angeschlossen, letzterer wiederum an das Ventil *s*. Wird nun der Zapfen in die Höhe geschoben, so wird auch das Ventil *s* aus der Stellung Fig. 192 in die Stellung Fig. 193 gebracht. Die Hubgeschwindigkeit des Preßkopfes beträgt 0·3 *m*, der Niedergang erfolgt mit 0·45 *m* sekundl. Geschwindigkeit.

Die Presse macht pro Minute je nach der Arbeit 20—40 und mehr Hübe und dient hauptsächlich zum Ausschmieden von Stahlingots zu starken Wellen, Kanonenrohren, Kurbeln, Kreuzköpfen u. s. w.

Hat z. B. der Dampfzylinder einen Durchmesser von 1000 *mm*, so wird bei 10 Atmosphären Dampfüberdruck der Kolben mit einer Kraft von 78.540 *kg* in die Höhe gehen. Hiedurch wird bei 150 *mm* Plungerdurchmesser *h* ein Wasserdruck von 444 Atmosphären erzeugt

und der 550 *mm* starke Druckkolben *p* gegen das Schmiedestück mit 1,054,000 *kg* niedergedrückt.

III. Ziehen.

Mit dem Worte „Ziehen" bezeichnet man verschiedene Arbeiten, und zwar:

1. Die Verdünnung eines stabförmigen Körpers unter gleichzeitiger Verlängerung mittels Durchziehen durch eine Öffnung, deren Querschnitt kleiner ist als der des zu ziehenden Körpers. Es findet Anwendung zur Herstellung von Draht und von Rohren.

2. Verwandeln einer runden Blechscheibe durch stufenweises Pressen mit Stempeln von abnehmenden Durchmessern durch immer engere Lochringe in Gefäße verschiedener Form, in Patronenhülsen, Rohre u. dgl.

3. Verwandeln ebener Blechstreifen in Gesimsleisten durch Ziehen im Seckeneisen.

Hier soll nur die erste Art des Ziehens behandelt werden; die anderen kommen unter den Abschnitten „Pressen" und „Biegen" zur Besprechung.

Soweit tunlich, wird das Ausstrecken der Stäbe mittels Walzen vorgenommen, weil das Walzverfahren schneller wirkt und billiger ist als das Ziehen und man im stande ist, Walzdraht bis herab zu 5, sogar bis 3 *mm* Stärke herzustellen; erst die weitere Verdünnung dieses Walzdrahtes macht das Ziehen nötig. Das eigentliche

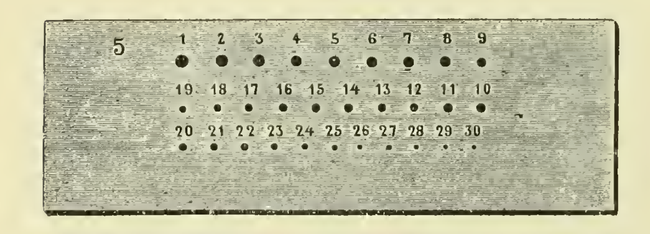


Fig. 194. Zieheisen.

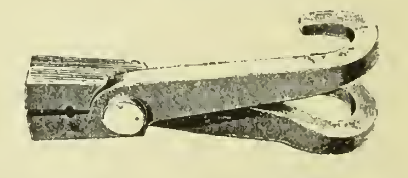


Fig. 195. Ziehzange.

Werkzeug zum Ziehen ist das Zieheisen (Fig. 194), das aus einer Stahlplatte besteht, in der drei Reihen trichterförmige, möglichst glatt polierte Löcher von genau abgestufter Weite gebohrt sind. Das zugespitzte Ende des Drahtes wird durch eines der Löcher hindurchgesteckt, mit der Ziehzange (Fig. 195) erfaßt und hindurchgezogen. Hiebei kommt das Material in einen gewissen Zustand des Fließens; die äußeren Teile werden zurückgehalten und gegen die Mitte zu gedrängt, so daß, wenn man sich das Material vor dem Ziehen aus

scheibenförmigen Schichten zusammengesetzt denkt, diese Schichten nach dem Ziehen sich in Hohlkegel verwandelt haben (Fig. 196). Weitere Aufschlüsse über den Vorgang im Innern des Materials liefert die Metallographie. Letztere lehrt (nach den Untersuchungen von E. Heyn, Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure, 1900) überzeugend, daß unsere Metalle und Legierungen sich nur in den seltensten Fällen unmittelbar aus den Molekülen aufbauen, also homogen sind; daß diese Körper vielmehr in der Regel ein Haufwerk meist erst unter dem Mikroskop wahrnehmbarer Teilchen darstellen, die ihrerseits als abgegrenzte Gruppen unzähliger, gesetzmäßig angeordneter Moleküle aufzufassen sind. Diese Molekülgruppen werden als Gefügeelemente bezeichnet. Benachbarte Gefügeelemente in einem Metall oder in einer Legierung können Moleküle gleicher Art enthalten, deren Anordnung aber von Element zu Element verschieden sein kann. Die einzelnen Gefügeelemente unterscheiden sich in diesem Falle nicht chemisch, wohl aber physikalisch. Es kann ferner der Fall eintreten, daß benachbarte Gefügeelemente aus verschiedenartigen Molekülen zusammengesetzt sind. Dann tritt zur physikalischen Verschiedenheit noch eine chemische. Zur diesbezüglichen Untersuchung werden an den Metallstücken ebene Flächen poliert und in geeigneter Weise, z. B. durch Ätzen, zubereitet und dann die entstandenen Ätzfiguren unter dem Mikroskop bei 300—1300facher linearer Vergrößerung betrachtet. Es wurde hiedurch nachgewiesen, daß durch das Ziehen eine Teilung der ursprünglichen Körner stattfindet, daß also die Zahl der Körner in der Volumeinheit nach dem Ziehen größer ist als vor dem Ziehen. Durch das Ziehen wurden ferner die Körner in der Längsrichtung gestreckt. Nach dem Glühen des Drahtes zeigt sich im Längsschliff eine durchgehende Verkürzung der Körner; es ist demnach durch das Glühen eine Teilung der gestreckten, in einem unnatürlichen Zustande befindlichen Körner erzielt worden.

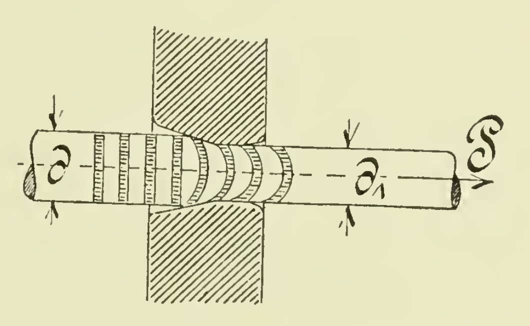


Fig. 196. Ziehen.

Ist d die Drahtdicke vor dem Ziehen, d_1 nach dem Ziehen, so bezeichnet $n = \frac{d_1}{d}$ das Verdünnungsverhältnis; es beträgt bei Eisen 0·9—0·85, bei Stahl 0·95, bei Kupfer 0·925. Der nötige Kraftaufwand beim Ziehen ist einerseits abhängig von der Härte des Materials (ausgedrückt durch einen konstanten Faktor k), anderseits von der Rei-

bung an der Lochwandung (ausgedrückt durch den Koeffizienten f) und endlich von der Querschnittsverminderung; es ist

$$P = (k + f)\,\pi\,\frac{d^2 - d_1{}^2}{4}.$$

Die Zerreißfestigkeit des Drahtes muß mindestens gleich, zum Zwecke eines ungestörten Betriebes jedoch größer sein als dieser Kraftaufwand P; es muß also, wenn z die Zerreißfestigkeit pro 1 *mm*² ist:

$$z \cdot \frac{\pi}{4}\,d_1^2 \geqq (k + f)\,\frac{\pi}{4}(d^2 - d_1)^2$$

Hieraus ergibt sich der maximale Verdünnungsfaktor

$$\frac{d_1}{d} = \sqrt{\frac{k + f}{k + f + z}}.$$

Zur Verminderung des Reibungskoeffizienten f läßt man den Draht vor dem Eintreten in das Zieheisen durch einen mit Öl getränkten Lappen hindurchstreichen, oder man legt ihn in eine schwache Kupfervitriollösung, worin er dünn verkupfert wird. Die feine Kupferhülle vermindert die Reibung im Ziehloch und gibt auch dem Drahte ein besseres Aussehen.

Das Verdünnen erfolgt nach obigem sehr langsam und der Draht muß öfter durch stufenweise kleiner werdende Ziehlöcher hindurchgezogen werden, um auf eine bestimmte Dicke zu kommen; hiebei werden Eisen und Messing spröde und müssen ausgeglüht werden. Man legt zu dem Zwecke die Drahtringe mit Kohlenpulver in eiserne Büchsen oder Töpfe ein, schließt selbe mit Lehm luftdicht ab und bringt sie in einen Glühofen, wo sie zur Rotglut erhitzt und langsam abgekühlt werden. Nach dem Ausglühen wird der Glühspan mit verdünnter Schwefelsäure abgebeizt; hierauf erfolgt das Scheuern, und zwar entweder mittels Flußsand in Scheuertrommeln oder auf sogenannten Polterbänken, die aus einer Anzahl wagrechter, hölzerner Hebel bestehen, die von den Daumen einer Welle abwechselnd gehoben und fallen gelassen werden. Die Drahtringe werden auf die Enden dieser Hebel aufgeschoben; durch die stoßende Bewegung und die gegenseitige Reibung der einzelnen Drahtwindungen aneinander wird der Glühspan gelockert und mit Wasser abgespült.

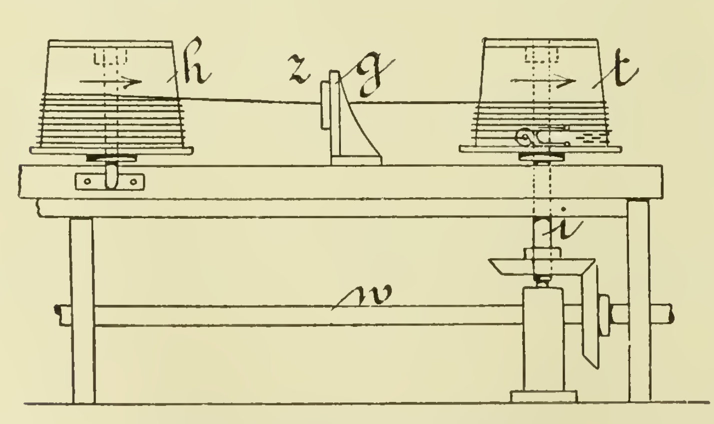


Fig. 197. Scheibenziehbank.

Um z. B. von einer Drahtstärke von 5 *mm* auf 1 *mm* zu kommen, muß man zwölfmal ziehen und dreimal ausglühen.

Die Maschinen zum Ziehen heißen Ziehbänke; es sind hauptsächlich zwei Arten in Verwendung.

Das Ziehen des dünnen Drahtes erfolgt auf der Leierbank oder Scheibenziehbank, wovon Fig. 197 eine schematische Darstellung gibt. Der zu ziehende Drahtring oder Drahtbund wird auf den Hut oder Haspel *h* aufgeschoben, das Drahtende zugespitzt, durch das Zieheisen *z*, das in einem Gabelständer *g* seine Stütze findet, hindurchgefädelt und mit einer kleinen Ziehzange, die an der Trommel *t* mittels einer Kette befestigt ist, erfaßt und die Kupplung, welche die Trommel *t* mit der vertikalen Spindel *i* kuppelt, eingerückt. Die Spindel *i* erhält den Antrieb mittels zweier Kegelräder von der Welle *w*. Gewöhnlich werden einige hintereinanderstehende Ziehbänke von einer gemeinschaftlichen Welle angetrieben.

Die Geschwindigkeit beim Ziehen hängt von der Drahtdicke und vom Material ab. Eisen- und Messingdraht von 5 *mm* kann mit 0·3 *m*, von 2 *mm* Dicke mit 0·9 *m* und 1 *mm* starker Draht mit 1·5 *m* sekundlicher Geschwindigkeit gezogen werden, feine Kupfer- und Silberdrähte noch bedeutend schneller.

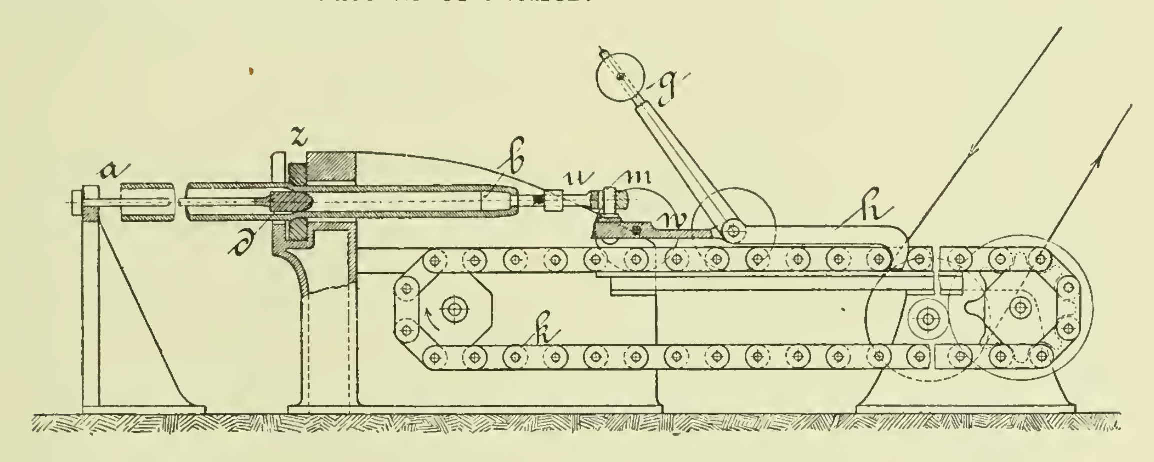


Fig. 198. Röhrenziehbank.

Zum Ziehen von dicken Drähten und Röhren dient die Schleppzangenziehbank (Fig. 198). Sie besteht aus einem langen Gestelle, in welchem eine endlose Gallesche Kette über zwei Kettenräder geführt wird, von denen das eine mit einem Vorgelege von der Transmission den Antrieb erhält. Links am Gestelle wird das Zieheisen oder die Ziehdüte *z* von einer Gabel gehalten. Das zu ziehende Werkstück — hier ein Rohr — wird mit einem Zugbolzen *b* verbunden, mit dem zugespitzten Ende durch die Ziehdüte hindurchgesteckt und der Ziehbolzen mit Hilfe des aufgeschraubten Kupplungsstückes *u* und des Mitnehmers *m* mit einem Wägelchen *w* verbunden, das mit dem

Haken *h* an die Kette *k* angehängt und so mitgeschleppt wird. Wenn der Haken *h* ans Ende der Ziehbank kommt, wird er von selbst durch die Zähne des Kettenrades ausgelöst und das Gewicht *g* hebt ihn vollends ab. Damit beim Röhrenziehen die Rohrwandung nicht faltig wird, ist ein kurzer Dorn *d* aus poliertem Stahl im Ziehloch so eingesetzt, daß das Material über ihn hinfließt. Der Dorn wird durch das offene Rohrende eingeführt und mit einer Stange *a* gehalten. Rohre für optische Instrumente werden auch auf lange Dorne aufgeschoben und, nachdem das Rohrende über den Dornrand herumgebogen wurde, mit dem Dorne durch das Ziehloch gezogen.

Formgebung bildsamer Materialien durch Ausflußpressen.

Wird ein bildsamer Körper in einen Zylinder gebracht, der an einem Ende eine Ausflußöffnung hat und an dessen anderem Ende ein Kolben mit entsprechend großer Kraft vorgeschoben wird, so kommt die Masse in Fluß und tritt durch die Öffnung in Form eines Stranges aus. Weiche Materialien, wie Mehlteig, Lehm u. dgl., erfordern nur kleine spezifische Drücke, um die gegenseitige Verschiebung der Massenteilchen hervorzubringen, Blei und Zinn hingegen erfordern schon spezifische Pressungen von 1000 bis 4000 Atm.

Will man Rohre herstellen, so muß in die Ausflußöffnung ein Dorn eingesetzt sein, der entweder durch schmale Stege mit der Wand, an der die Ausflußöffnung sich befindet, verbunden oder am Preßkolben befestigt ist oder endlich durch den Preßkolben hindurchgeht und am Boden des hydraulischen Preßzylinders verschraubt ist. Die erste Art der Dorne, die sogenannten Stegdorne, verbleiben während der Pressung am sichersten genau in zentrischer Lage zur Matrize, so daß die Rohre ganz gleichmäßige Wandstärke erhalten. Beim Passieren der Stege teilt sich aber das Material und muß danach wieder zu einem Rohre zusammenschweißen. Dieser Vorgang erfolgt wohl z. B. bei Blei regelmäßig, wenn das Blei nicht zu kalt ist und an den Stegen nicht verunreinigt wird, jedoch lassen sich Schweißfehler schwer erkennen und man ist daher nie sicher, ob die Ware gut ausgefallen ist.

Fig. 199 zeigt eine Bleirohrpresse für Rohre unter 100 *mm* Weite. In den oberen angewärmten Stahlzylinder wird bei abgehobenem Deckel aus einem neben der Presse stehenden Schmelzkessel unmittelbar durch ein Füllrohr 150 *kg* Blei eingegossen, der

Deckel geschlossen, schließlich in den unteren Zylinder Preßwasser eingeleitet, so daß der Plungerkolben mit einer Kraft von 400.000 *kg* nach oben gedrückt wird. Durch den Plunger reicht eine Dornstange *a a* hindurch, die unten im Boden des Preßzylinders befestigt ist und oben den der lichten Weite des Bleirohres entsprechenden kurzen Dorn trägt, der durch die konische Öffnung eines Stahlringes, die Matrize, hindurchreicht. Unter dem großen Drucke kommt das erstarrte Blei in den Zustand des Fließens und fließt durch die ringförmige Öffnung zwischen der Matrize und dem feststehenden Dorne heraus. Damit der Dorn genau in der Mitte steht, wird die Dornstange *a* durch genau auf- und eingepaßte Scheiben *b* geführt, die auf dem Preßstempel lose aufliegen und nach jeder Pressung durch abgekühlte ersetzt werden können. Will man auf dieser Presse Rohre bis 150 *mm* Weite herstellen, so wird die Dornstange *a a* herausgenommen und ein langer Dorn eingesetzt, der durch den ganzen Hohlraum des Bleizylinders hindurchgeht, auf dem Preßstempel aufsitzt und oben sowie unten durch Scheiben zentrisch gehalten wird. Der Dorn bewegt sich somit bei der Pressung mit dem Preßstempel nach aufwärts.

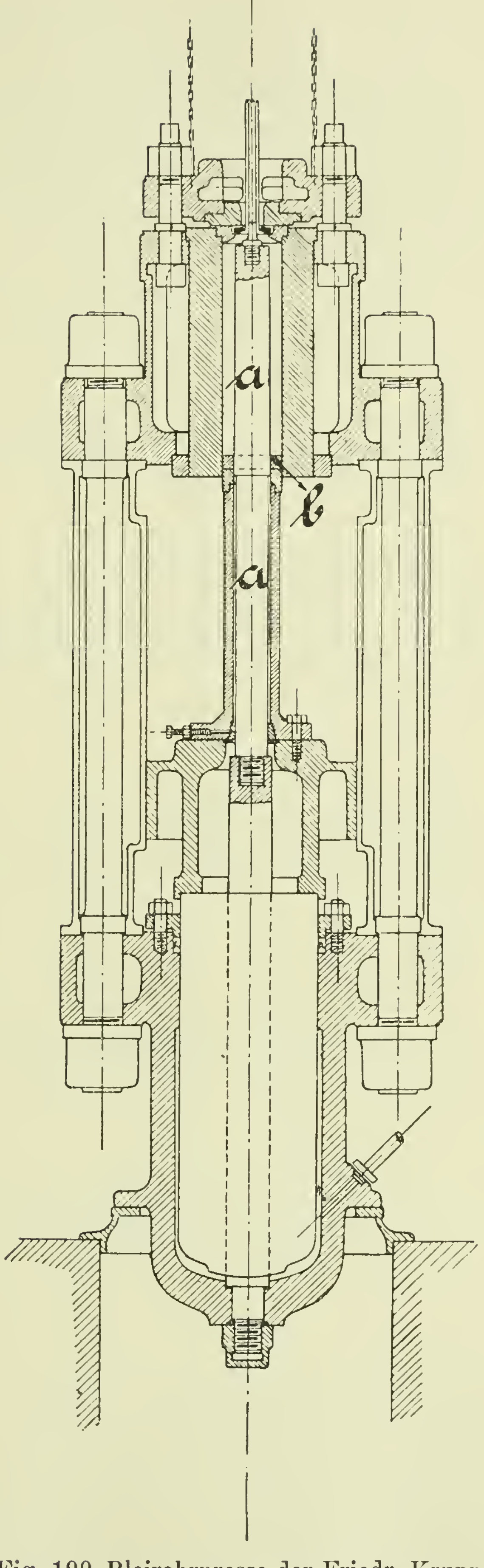


Fig. 199. Bleirohrpresse der Friedr. Krupp Grusonwerke in Magdeburg-Buckau.

IV. Walzen.

Unter Walzen versteht man das Hindurchführen eines Werkstückes zwischen sich drehenden, walzenförmigen Rotationskörpern, wobei der Querschnitt des Werkstückes eine Veränderung erleidet; gewöhnlich wird der Querschnitt ähnlich wie beim Ziehen nach und nach verkleinert.

Beim Ziehen entsteht im Ziehloch eine große, gleitende Reibung und bei größeren Stabquerschnitten ist daher der nötige Kraftaufwand auch sehr groß. Wenn man aber die konische Durchgangsöffnung des Zieheisens durch sich drehende Walzen bildet, so verschwindet die gleitende Reibung zum größten Teile und es tritt an deren Stelle die Reibung der Walzenzapfen in ihren Lagern, die aber verhältnismäßig sehr klein ist. Die Walzen bieten weiter den Vorteil, daß man das Werkstück nicht mehr zu ziehen, sondern einfach die Walzen in Drehung zu versetzen braucht, um hiedurch das zwischen ihnen eingeschobene Werkstück hindurchzuleiten. Das erste Walzwerk wurde nach L. Beck „Geschichte des Eisens“ im 16. Jahrhundert in Nürnberg gebaut, um feine Eisensorten herzustellen. Heute werden Walzwerke gebaut, die zum Antrieb je 10.000 PS erfordern.

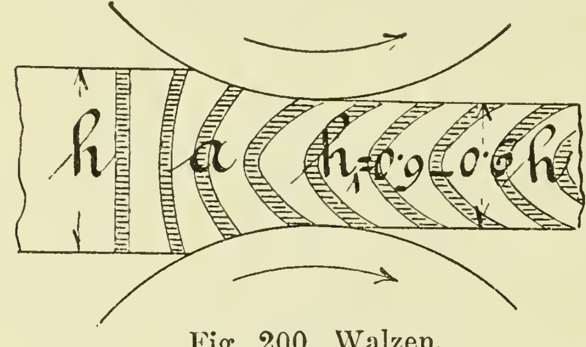


Fig. 200. Walzen.

Beim Walzen kommt das Material wieder in eine Art „Fließen“ indem die an der Oberfläche liegenden Teilchen gegen die inneren vorgeschoben werden, also voraneilen, wie es die Figur 200 veranschaulicht.

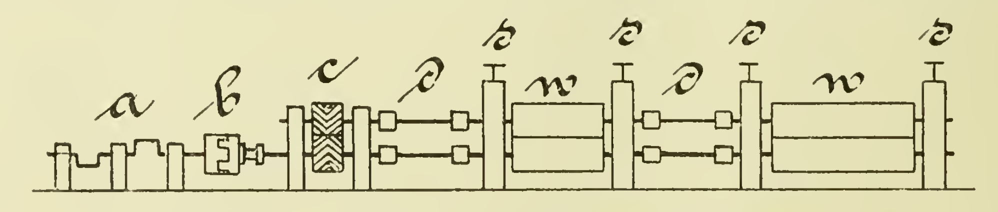


Fig. 201. Walzenstraße mit Reversiermaschine.

Damit die Walzen das Werkstück einziehen, muß der Walzendurchmesser zur Höhenabnahme h—h_1, d. i. dem sogenannten „Druck“, in einem richtigen Verhältnis stehen. Die Höhe h darf bei einem Durchgang (oder einem „Stich“) nicht zu viel abnehmen, sonst reißt das Werkstück bei a ab; gewöhnlich ist $h_1 = 0{\cdot}9$ bis $0{\cdot}6$ von h.

Die schematischen Skizzen einer Walzenstraße oder Walzenstrecke zeigen die Figuren 201 und 202, in der zwei Walzenpaare

von einer Reversier-Dampfmaschine bei *a* den gemeinsamen Antrieb erhalten. Die Reversiermaschine ist eine Zwillingsmaschine, mit der man die Walzen rechtsum und linksum laufen lassen kann, so daß das auf eisernen und ebenfalls angetriebenen Rollen *r*, den Rollgängen liegende, schwere Werkstück mehrmals zwischen den Walzen vor- und rückwärts durchgeleitet werden kann. Zwischen der Dampfmaschine und dem Walzwerke ist eine ausrückbare Kupplung *b* angeordnet. Dann folgen zwei Ständer mit zwei Stirnrädern (Krauseln oder Kammwalzen) *c*, um die Bewegung von der unteren Welle auf

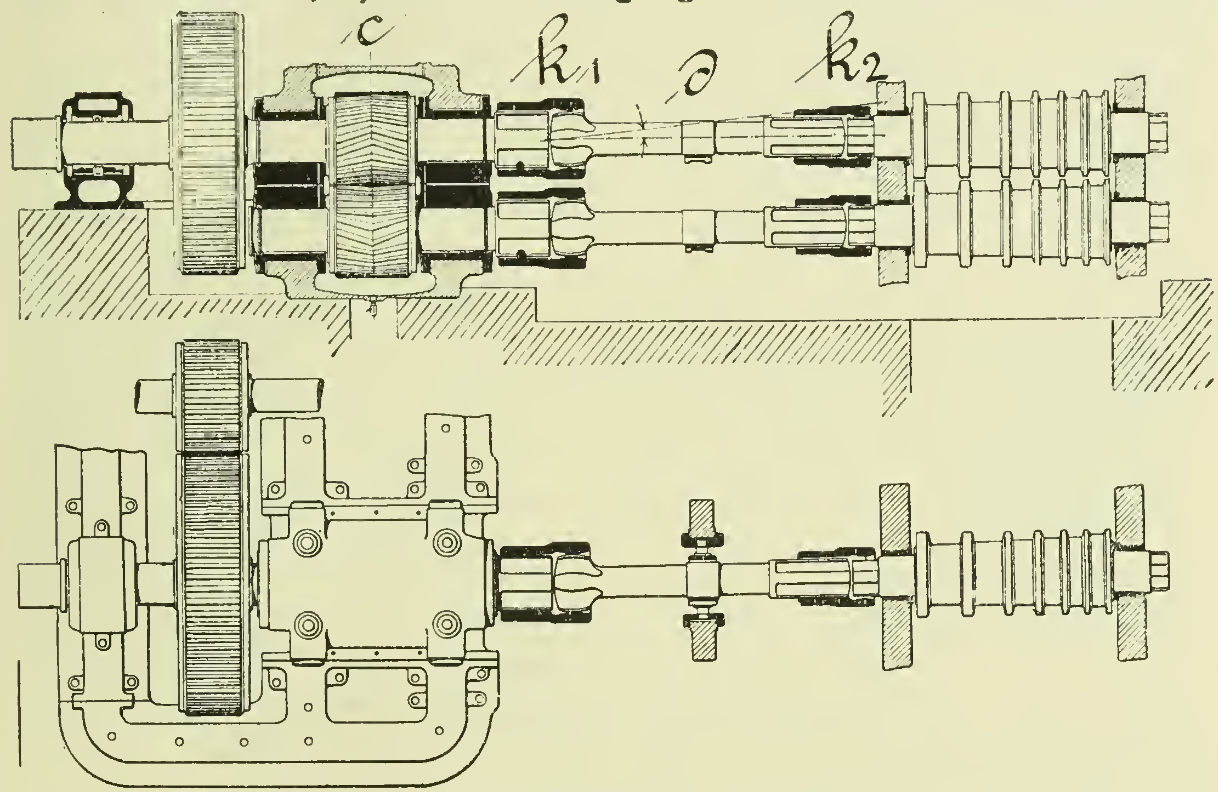
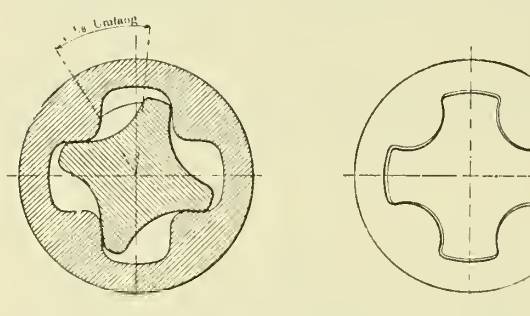


Fig. 201 *a*. Neuer Blockwalzenantrieb. Nach Direktor Ortmann in „Stahl und Eisen" 1906.

die obere zu übertragen, weiter zwei Kupplungsspindeln *d* mit je zwei etwas beweglichen Hülsenkupplungen. Die Kupplungen müssen deswegen eine Bewegung der Spindeln, also eine Schrägstellung, gestatten, weil die Walzen während der Arbeit einander genähert und dann wieder voneinander entfernt werden.

Sind die Spindeln *d* in der Mitte auffallend schwächer gestaltet, so heißen sie „Brechspindeln", indem sie bei zu großem Kraftaufwande brechen und hiedurch einen Bruch der teueren Walzen oder Ständer hintanhalten. Bei Reversierstraßen sind Brechspindeln nicht nötig, weil keine Schwungmassen vorhanden sind, die plötzlich zum Stillstand gebracht werden müssen. Die zwischen den eigentlichen Walzenständern *s* gelagerten Walzen *w* sind aus Hartguß hergestellt und bestehen aus dem mittleren Teile, dem Bunde *b* (Fig. 203), den Lagerzapfen *l* und den Kupplungs- oder Kreuzzapfen *k*.

Fig. 201 *a* zeigt einen neuen Blockwalzenantrieb; er erfolgt von der Reversiermaschine mit der Zahnradübersetzung 1 : 2. Unnötige Kupplungen sind hier möglichst vermieden, weil jede dieser Kupplungen, wenn Zapfenende und Muff stark abgenützt sind, beim Reversieren eine Achtelumdrehung erforderlich macht, ehe die Flanke des Kreuzzapfens wieder zum Angriff kommt (Fig. 201 *b*). Indem der Kammwalztrieb *c* in die Maschine hineingelegt ist, sind nur je 2 Muffen k_1 und k_2 erforderlich; k_1 sitzt mit einem sehr langen Ende fest auf dem Kammwalzzapfen, ebenso sitzt k_2 mit einem Ende fest auf der Spindel *d*, so daß nur noch zwei Zapfenenden übrig bleiben, die dem Verschleiße ausgesetzt sind. Die Kammwalzen selbst haben lange, starke Zapfen und sind sicher gelagert. Die Verzahnung macht man der größeren Haltbarkeit wegen sehr breit; für Drahtstraßen z. B. macht man bei einem Zahnraddurchmesser von 250 *mm* die Zähne 1000 *mm* breit und gibt letzteren eine schraubenförmige, geknickte Form, die durch Fräsen hergestellt wird. Das Kammwalzgerüst wird durch die starke Zapfen- und Zahnreibung heiß und muß durch Berieseln mit Kühlwasser gekühlt werden; man kann hiezu auch Öl verwenden, welches stetig zuläuft, unten abfließt, gekühlt und filtriert und wieder zugepumpt wird.



alt. Fig. 201 *b*. neu.
Kupplung nach Aufnahme von Direktor Ortmann.

Der Ständer eines Duo-Walzwerkes mit Gewichtsausgleichung ist in Fig. 201 *c* dargestellt.

Das Nachstellen der oberen Walze erfolgt mit den Schrauben *s*, welche gegen die oberen Lagerschalen *o* drücken. Zwischen Schraube und Oberschale ist die Brechkapsel *h* eingeschaltet. Die unteren Schalen *u* werden durch je zwei Druckstangen *t* so stark nach oben gedrückt, daß das Walzengewicht überwunden, die Oberwalze also in Schwebe gehalten wird. Die Druckstangen werden durch doppelarmige Gewichtshebel oder durch den Plunger eines hydraulischen Preßzylinders ständig nach aufwärts gedrückt. In die Nuten *n* werden Querriegel eingelegt, welche die Einlaß- und Auslaßvorrichtungen tragen. Je zwei Walzenständer werden mit vier Verbindungsschrauben *v* zusammengeschraubt und bilden zusammen ein Walzgerüst. Beim Walzen von Blech sind die Walzenbunde glatt, für Stabeisen aber mit ringförmigen Nuten versehen, so daß zwischen den beiden Walzen eine dem zu walzenden Stabeisenquerschnitt entsprechende Durch-

gangsöffnung — ein Kaliber — entsteht. Gewöhnlich sind mehrere aufeinanderfolgende Kaliber nötig, von welchen die ersten Vorkaliber, die letzten Fertigkaliber genannt werden. In Fig. 204 sind Kaliber für Flach-, Quadrat- und Rundeisen dargestellt. Beim Quadratkaliber ist der Rillenwinkel nicht 90°, sondern 92°, weil beim Walzen die Kanten kühler werden als der Kern und letzterer sich somit nach dem Fertigwalzen mehr zusammenzieht. Beim Rundkaliber ist die Durchgangsöffnung seitwärts etwas erweitert, damit das Rundeisen sich nicht festklemmt und mit um die Walzen herumgenommen

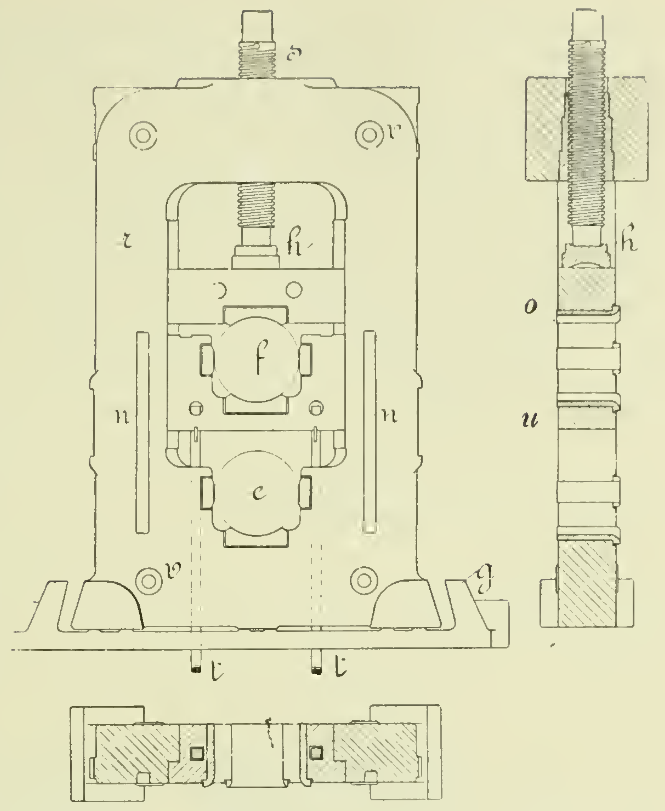


Fig. 201 *c*. Ständer eines Duo mit Gewichtsausgleichung.
r Rahmen, *g* Grundplatte, *e* offenes Lager der Unterwalze, *f* Lager der Oberwalze.

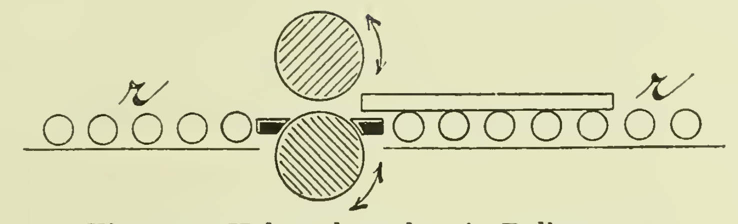


Fig. 202. Kehrwalzwerk mit Rollgängen.

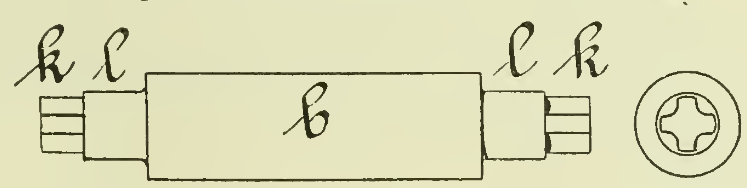


Fig. 203. Walze mit glattem Bunde.

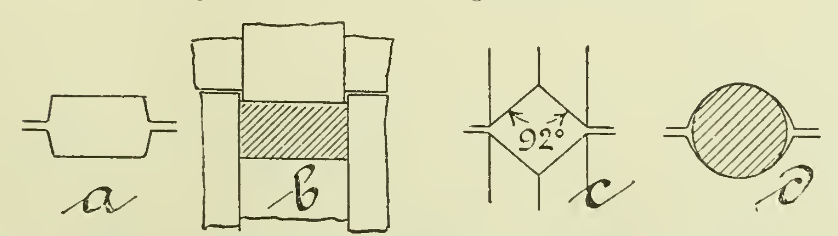


Fig. 204. *a* Offenes Flachkaliber, *b* geschlossenes Flachkaliber, *c* Quadratkaliber, *d* Rundkaliber.

wird. Um die genaue Rundung zu erzielen, muß somit das Rundeisen das Fertigkaliber ein zweitesmal um 90° gedreht durchlaufen;

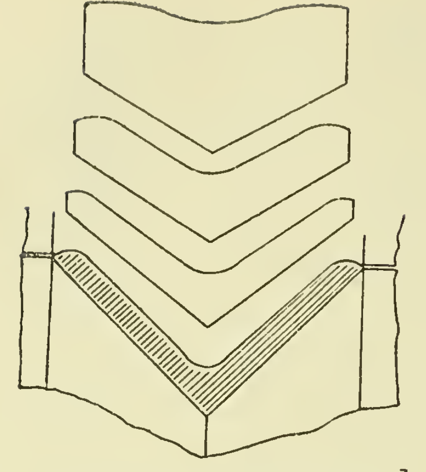


Fig. 205. Aufeinanderfolgende Kaliber für Winkeleisen.

dasselbe ist beim Quadrateisen der Fall, um richtige Kantenwinkel zu erhalten.

Fig. 205 zeigt, wie bei der Herstellung der Winkeleisen der rechteckige Querschnitt des Knüppels nach und nach in den des Winkeleisens übergeführt wird. Fig. 206 macht ersichtlich, daß man die Stoßstellen zwischen Ober- und Unterwalze in die Kanten der Fassoneisen verlegt, weil zuweilen an der Stelle ein vorstehender Grat — eine Walznaht — sich bildet, die an den Kanten leicht entfernt werden kann, das Profil also nicht verunstaltet. Ähnlich macht man es in der Gießerei, indem man die Gußnähte möglichst in die Kanten verlegt.

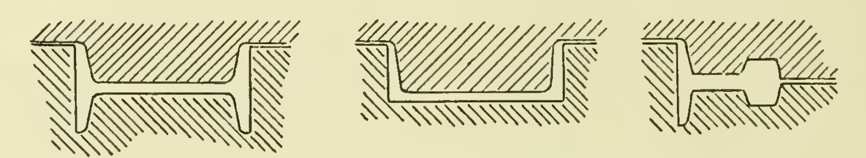


Fig. 206. Fassonkaliber.

Anstatt zweier Walzen (im Duowalzwerk) werden häufig mit Vorteil drei Walzen übereinander angeordnet (Dreiwalzensystem oder Triowalzwerk, Fig. 207 u. 207*a*). Mankann dann eine Dampfmaschine mit einem kräftigen Schwungrade zum Antrieb verwenden, indem die Walzen immer in derselben Richtung rotieren und das Walzstück zwischen den unteren bei den Walzen in der Richtung 1, dann zwischen den oberen beiden Walzen in der Richtung 2 die Kaliber abwechselnd passiert.

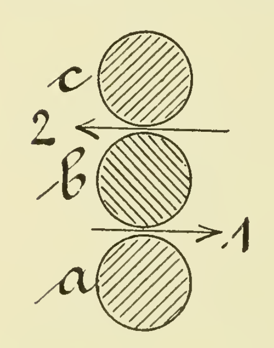


Fig. 207. Triowalzen.

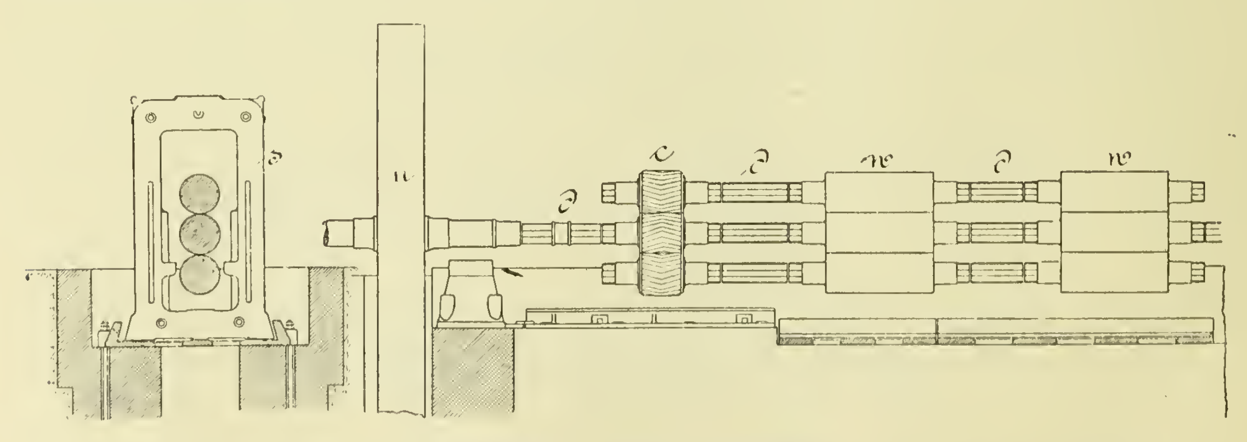


Fig. 207 *a*. Antrieb eines Trio.
u Schwungrad, *d* Kupplungspindeln, *c* Krauseln, *w* Walzen, *s* Walzenständer.

Bei den Trioständern Fig. 207 *b* muß der Abstand der drei Walzen voneinander ebenfalls verstellbar sein. Das Lager *e* für die untere Walze läßt sich mit einem Keile 1 verstellen, indem dieser mit einer Schraube 2 verschoben wird. Die untere Schale des Lagers *m* der Mittelwalze stützt sich auf zwei Ansätze *z* des Rahmens *r*. Die obere Schale von *m* wird mit vier Keilen, 3, 3′ und 4, 4′, eingestellt. Die obere Lagerschale des oberen Lagers *f* wird mit der Schraube *s* eingestellt und die untere Lagerschale ist an die obere mit zwei Zugschrauben 5, 5′ angehängt.

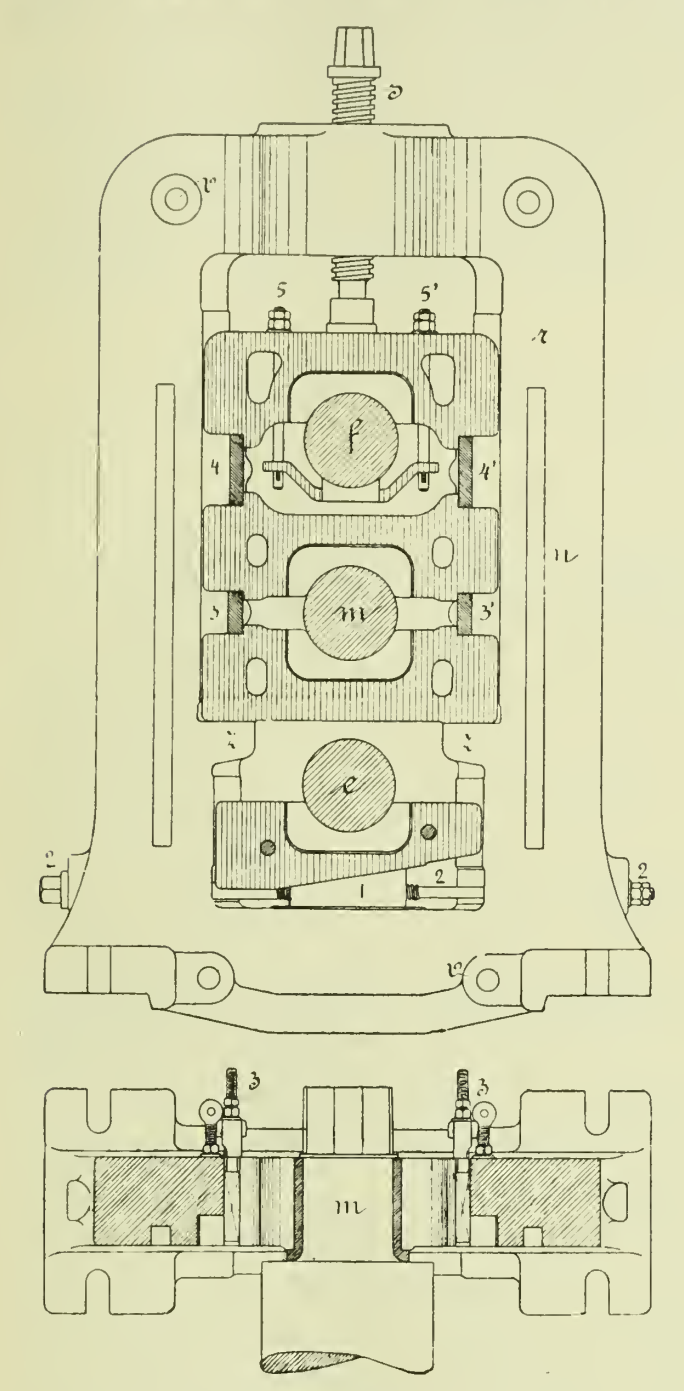
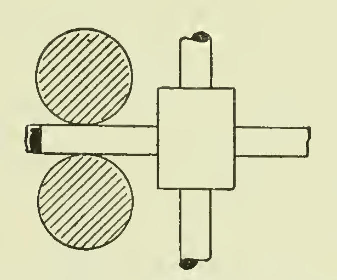


Fig. 207 *b*. Walzenständer eines Trio.

Um Flacheisen von verschiedenen Querschnitten herzustellen, verwendet man zweckmäßig das Universalwalzwerk (Fig. 208), welches


Fig. 208. Universalwalzwerk.

außer zwei glatten, horizontalen Walzen noch zwei vertikale besitzt, die man beliebig einstellen kann.

Zum Walzen von Eisendraht benützt man das Schnellwalzwerk Fig. 209, in welchem in einer Hitze aus einem 60 *mm* starken Knüppel oder Zaggel fertiger Draht von 5 *mm* Stärke erzeugt wird.

Wie die Draufsicht Fig. 209 veranschaulicht, wird die mittlere Walze des Trio mit einem Riemen *r* angetrieben; die Walzen 1 dienen zum Verstrecken des Knüppels, dann passiert das Material gleich-

zeitig die Walzen 2, 3, 4 und 5 und der fertige, noch rotglühende Draht wird auf den Haspel *h* aufgewickelt.

In den für Massenerzeugung vorzüglich eingerichteten amerikanischen Eisenhütten ist nach dem Berichte von M. Kirdorf in der Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing., 1905, S. 98, der Vorgang beim Walzen kurz folgender: Es seien z. B. Eisenbahnschienen herzustellen.

Die vom Martinwerk kommenden gegossenen, prismatischen Blöcke werden in gemauerte, geheizte Schachtöfen, die „Tieföfen“.

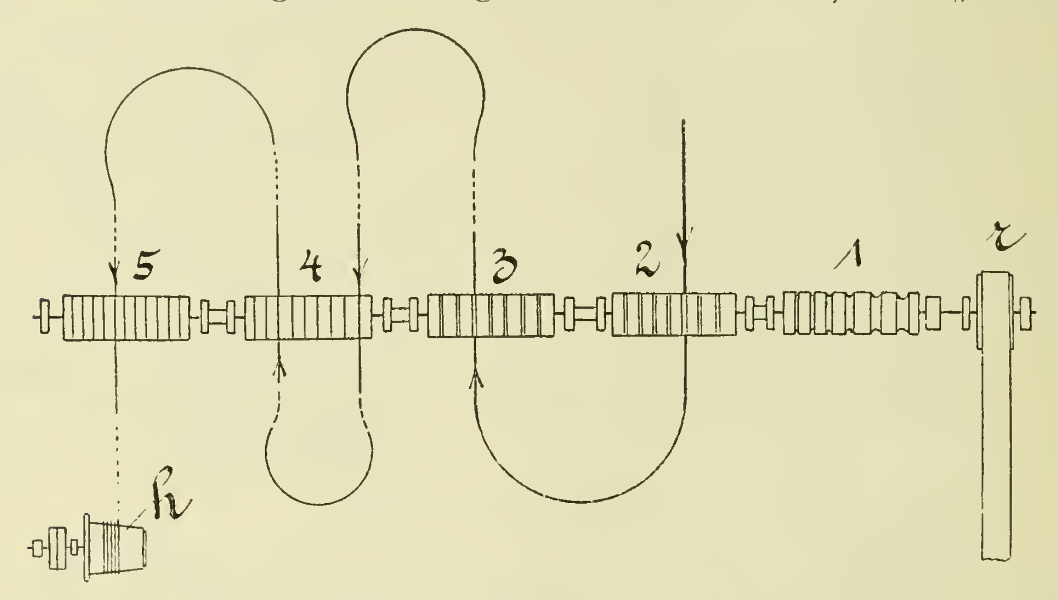


Fig. 209. Schnellwalzwerk.

eingesetzt, damit sie eine gleichmäßige Hitze erlangen. Von da gelangen sie zum Blockwalzwerk, wo sie mittels der Rollgänge *r* (Fig. 202) zwischen die Walzen geleitet werden. Die Walzen haben 1 *m* Durchmesser und werden von einer Zwillingsmaschine mittels einer Zahnradübersetzung 1 : 2 oder 1 : 1 angetrieben.

Um den Block von z. B. 600 *mm* Querschnittshöhe *h* auf 152 *mm* herunterzuwalzen, sind 19 Stiche erforderlich, wobei er nach jedem Stiche gewendet wird. Dann wird er auf einer Druckwasserschere in mehrere Teile zerteilt, die Enden abgeschnitten und in der Knüppelstraße zu Knüppeln (d. s. vierkantige Stäbe) ausgewalzt. In dieser erhält der Block fünf Stiche im ersten Triowalzwerk, wobei eine Kantvorrichtung vorhanden ist, die den Knüppel außerdem vor das nächste Kaliber schafft. An der zweiten Straße wird die Schiene in ähnlicher Weise bei jedem der fünf Stiche gekippt. Dann läßt man sie auf dem Warmbett zur Dunkelrotglut abkühlen und walzt in einem Stiche auf dem dritten Walzwerk fertig.

Man hat nämlich die Erfahrung gemacht, daß in kälterer Temperatur gewalzter Stahl ein viel feineres Korn hat als ein solcher, der in heller Rotglut fertiggewalzt wurde.

Hinter dem dritten Walzenwerk stehen 4 Sägen, die zu gleicher Zeit schneiden und das Walzstück in 3 Schienen und 2 Enden zerlegen.

Beim Walzen von Trägern bis 610 *mm* Höhe hat man auch ein Blockwalzwerk, welches aber bei schweren Trägern schon mit stark profilierten Walzen arbeitet, so daß die Blöcke schon in Form von plumpen, schweren Trägern herauskommen, die dann, wenn nötig zerteilt, auf die Fertigstraße gelangen, die im allgemeinen wieder Trios sind. Die Walzen haben für 610 *mm* Träger einen Durchmesser von 711 *mm*.

Knüppel walzt man auf hintereinanderstehenden Walzgerüsten, so daß der Stab in 8—12 Kalibern zugleich steckt. Ein solches Walzwerk heißt kontinuierliches Walzwerk. Zwischen den Walzenständern sind Führungen angeordnet, die den Stab nach jedem Kaliber um 90^0 drehen. Jedes folgende Walzenduo geht schneller als das vorhergehende, so daß die Verlängerung des Stabes durch jeden folgenden Stich aufgenommen wird, somit der Stab noch anhaltend vorwärts gezogen, nicht vorwärts gedrückt wird. Der Walzendurchmesser beträgt 420 bis 360 *mm*; zum Antrieb dient eine 2000 P. S. Maschine mit Zahnradübersetzung. Ein Block von 120×126 *mm* geht in seiner ganzen Länge langsam in dieses kontinuierliche Walzwerk und verläßt es als 4 *cm* Knüppel in einer Länge von 200 bis 300 *m* mit einer Geschwindigkeit von 3 *m*/sek. Eine fliegende Schere schneidet die Knüppel, während sie in Bewegung sind, in Stücke von 6 bis 10 *m* Länge.

Stab- und Drahtstraßen verarbeiten dann das Halbzeug — die Knüppel — in der Weise, daß die ersten Ständer kontinuierlich ausgebildet sind, woran sich ein gewöhnliches Walzwerk (Fig. 209) schließt, durch welches die Stäbe unzerteilt in Schlangenlinien hindurchgehen, wobei auch so viel als möglich Führungen verwendet werden. Hinter dem letzten Gerüste ist ein Rohr, das dem fertigen Stabe als Weg dient.

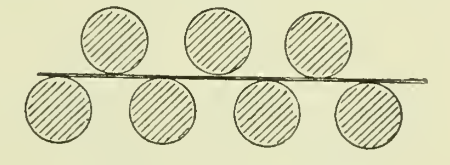


Fig. 210. Richtmaschine.

In den großen Blechwalzwerken pflegt die Blockstraße, in der die Blöcke zu dicken Platten vorgewalzt, also die sogenannten Brammen hergestellt werden, aus liegenden und stehenden Walzen zu bestehen, demnach einem Universalwalzwerke zu gleichen. Das Blechwalzwerk ist gewöhnlich ein Trio mit z. B. 864 *mm* Walzendurchmesser bei 3250 *mm* größter, walzbarer Blechbreite. Nach dem Walzen kommen die Bleche in eine Richtmaschine (Fig. 210), in welcher sie zwei Reihen von glatten Walzen durchlaufen, die genau der Blechstärke entsprechend gegeneinander eingestellt sind und etwa vorhandene

Buckel und Wellen ausgleichen. Hienach werden sie mittels Scheren auf das bestellte Maß geschnitten.

Um die Oberfläche von Arbeitsstücken mit Erhöhungen oder Vertiefungen zu versehen, wird auf der Walzenoberfläche das negative Bild dieser Erhöhungen oder Vertiefungen angebracht; so werden z. B. die gerippten Bleche für Tritte hergestellt.

Erzeugung von Rohren.

1. Gußeiserne Rohre werden in eigenen Röhrengießereien gegossen (siehe S. 82); sie finden für Gas- und Wasserleitungen Verwendung.

2. Schmiedeeiserne Rohre werden auf verschiedene Arten hergestellt und man unterscheidet:

a) Geschweißte Rohre; diese werden aus Blechstreifen von der Länge des Rohres und von der Breite, die dem Umfang des Rohres entspricht, hergestellt, indem man sie zuerst an einem Ende einrollt (Fig. 211) und dann durch Ziehen durch eine Ziehdüte rohrförmig gestaltet. Die Ränder stoßen entweder stumpf zusammen (Fig. 211 *a*), oder sie werden zugeschärft und überlappt (Fig. 211 *b*). Hierauf erhitzt man die Rohre in einem langen, schmalen Flammofen zur Schweißhitze und walzt sie zwischen zwei Walzen über einem Dorne (Fig. 211 *d*). Nach dem ersten Walzen folgt ein zweites, beziehungsweise — wenn zur Vollendung der Schweißnaht nötig — auch ein drittes und viertes, wobei man die Kaliberweite der Walzen stufenweise kleiner macht. Die so hergestellten Rohre werden dann noch durch Ziehen auf das richtige Maß gebracht und genau rund gemacht (Fig. 198). Zuweilen erfolgt das Schweißen der Rohre auch auf der Ziehbank. Bei großen Rohrdurchmessern, wie z. B. Flammrohren für Dampfkessel, schweißt man mit dem elektrischen Lichtbogen.

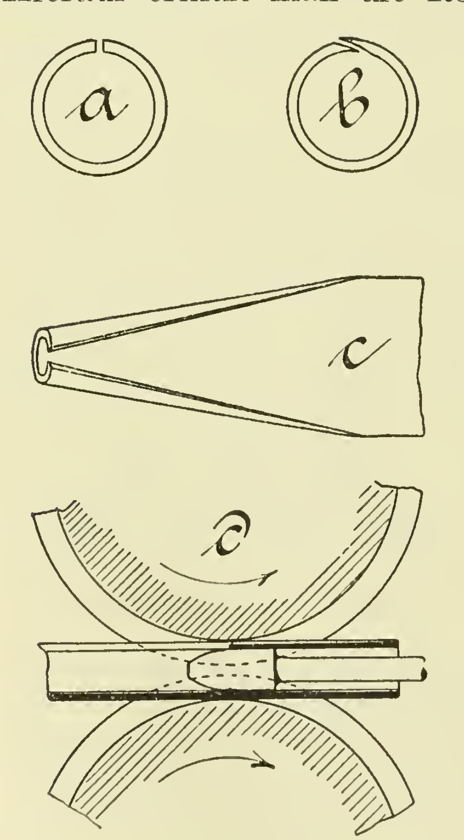


Fig 211. Herstellung geschweißter Eisenrohre.

Um bei größerem Rohrdurchmesser und starkem inneren Drucke der Gefahr des Reißens des Rohres in der Schweiß-

fuge zu begegnen, ordnet man die letztere in Form einer Schraubenlinie an; solche Rohre heißen spiralgeschweißte Rohre. Das Blech hiezu wird in etwa 12 *m* lange Streifen zerlegt, diese aneinandergeschweißt, so daß man ein langes Band erhält. Dieses wird in einer Maschine spiralförmig eingerollt und die Überlappungsstelle mit Wassergasflammen so schnell zur Schweißhitze gebracht, daß die übrigen Teile kalt bleiben. Das für die Schweißung nötige Zusammenhämmern besorgt ein schnell arbeitender Transmissionshammer. So werden Rohre von 150 bis 600 *mm* Durchmesser, $2^1/_2$ bis 6 *mm* Wandstärke und 10 *m* Länge hergestellt, die für Gas- und Wasserleitungen, Maste u. s. w. Verwendung finden.*)

b) Rohre ohne Schweißnaht. Kurze, dickwandige Rohre können durch Schmieden erzeugt werden, indem man in einem Vollzylinder mit einem kegelförmigen Setzmeißel durch Aufhauen (Fig.

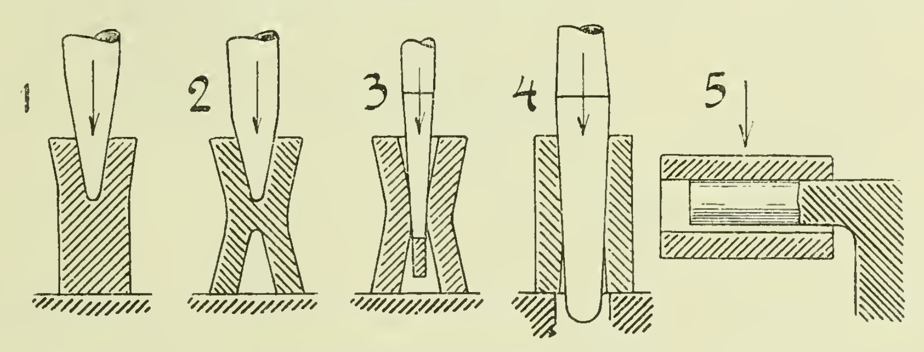


Fig. 212 *a*. Geschmiedete Rohre.

212 *a*) erst auf einer Seite eine Höhlung herstellt (1), dann desgleichen auf der anderen Seite (2), dann den in der Mitte verbleibenden Butzen ausstößt (3), die Öffnung durch Ausdornen erweitert (4) und schließlich den dicken Hohlzylinder über einem wagrechten Dorne weiter ausschmiedet und streckt (5).**)

Gepreßte Rohre werden zur Herstellung von Geschossen, Kanonenrohren, Stahlflaschen u. s. w. verwendet. Das Verfahren wurde 1890 von Ehrhardt erfunden. Die Fig. 212 *b* zeigt einen als Matrize dienenden Hohlzylinder *b*, in welchen das weißglühend gemachte Arbeitsstück eingeschoben wird. Ist der Hohlzylinder *b* kreisrund, so wird das Arbeitsstück von quadratischem Querschnitt gewählt und von solcher Größe, daß seine Kanten die Innenfläche der Matrize berühren (1). Hierauf wird der Dorn *a* mittels einer Presse vorgeschoben und in das glühende Material eingedrückt. Der Durchmesser des Dornes ist so bemessen, daß das von ihm verdrängte Material die vier

*) Stahl und Eisen 1894.

**) Näheres in A. Ledebur, Lehrbuch der mechan. metallurg. Technologie.

Zwischenräume am Umfang des Arbeitsstückes ausfüllt (2), und ein Hohlkörper entsteht. Zur Herstellung langer Rohre kann man von beiden Seiten gleichzeitig einen Dorn eintreiben. Der so hergestellte Hohlkörper läßt sich durch Ziehen oder Pressen zu dünnwandigen Rohren verarbeiten. Nach Fig. 212 *b* kann man die Arbeit gleich im Anschluß an das Pressen ausführen. Der Boden der Matrize *b* wird durch den Schieber *c* gebildet. Nachdem der Dorn *a* zurückgegangen ist, wird der bis dahin als Gegenhalter dienende Schieber *c* so weit verschoben, daß die Ziehöffnung *o* vor die Öffnung der Matrize kommt. Das Arbeitsstück wird dann mit einem Preßstempel so weit durch die Ziehöffnung nach rechts vorgeschoben, daß

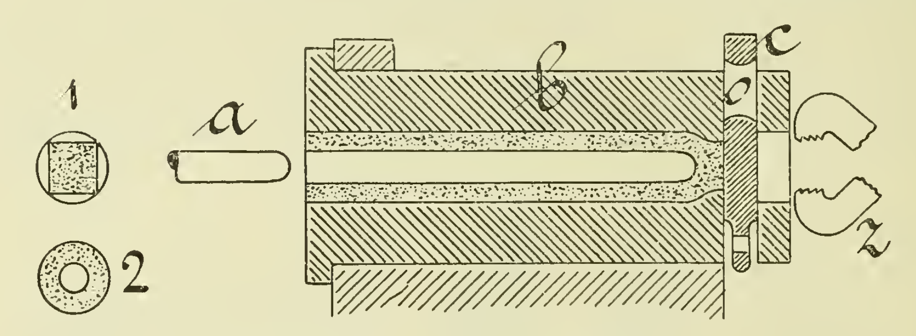


Fig. 212 *b*. Gepreßte Rohre.

die Zange *z* anfassen kann, die es dann vollends hindurchzieht. Man kann aber auch mit dem Dorne *a*, welcher die Höhlung ausbildete, das Arbeitsstück durch die Ziehöffnung pressen und noch hintereinander einige Ziehringe anbringen; so kann man in einmaligem Durchgange eine fortschreitende Querschnittverdünnung bewirken, während der innere Durchmesser unverändert bleibt.*)

Außerordentlich viel finden die gewalzten Rohre Anwendung, die nach dem Verfahren von Mannesmann (erfunden 1885) hergestellt werden. Dieses sogenannte Schrägwalzverfahren besteht in folgendem: Als Rohmaterial dienen hiezu volle, runde Knüppel (Blöcke), die, zur Weißglut erhitzt, zwischen drei schräg zueinander gestellten, sich sehr schnell drehenden Walzen hindurchgeführt werden. Die zwei Walzen *a* und *b* (Fig. 213) sind gegeneinander schief gestellt und bilden die eigentlichen Streckwalzen, die dem dazwischen geleiteten Blocke eine schnell rotierende Bewegung erteilen und die oberen Schichten vermöge der Schrägstellung der Walzen in Schraubenwindungen abstreifen, während gleichzeitig das Material vom Innern des Blockes nach außen geschleudert wird, wodurch in der Mitte ein Hohlraum entsteht. Zuweilen stellt man zwi-

*) Näheres in A. Ledebur, Lehrbuch der mechan. metallurg. Technologie.

sehen die Walzen einen Dorn *d* ein, welcher die Rohrbildung befördert, indem die Walzen *a* und *b* das Material darüber hinwegstreifen. Der Dorn dreht sich hiebei und wird mit einer Stange gestützt. Die Walze *c* und die Schiene *u* dienen dem zugeführten Blocke zur Führung.

c) Genietete Rohre. Bei größeren Durchmessern werden die Rohre zumeist aus Blechstreifen hergestellt, die man einrollt und an der Überlappungsstelle vernietet.

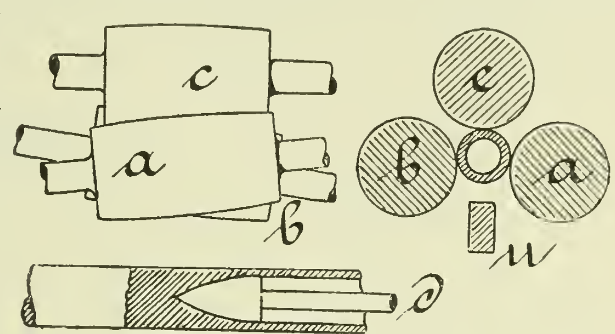


Fig. 213. Blocken der Mannesmannrohre.

3. Kupferne Rohre werden mit oder ohne Lötnaht hergestellt.

a) Mit Lötnaht herzustellende werden aus Kupferblech geformt, die überlappten Ränder mit Hartlot gelötet. Um diese Rohre gleichmäßig rund zu machen und auf den genauen Durchmesser zu bringen, werden sie nachher mit Pech ausgefüllt und gezogen. Das erstarrte Pech bildet hiebei den Dorn. Nach dem Ziehen wird das Pech wieder ausgeschmolzen. Man kann auch eiserne Dorne verwenden.

b) Ohne Lötnaht stellt man Kupferrohre her, indem man einen starken Kupferring gießt und diesen durch Ziehen bedeutend in die Länge ausdehnt und in der Wand verdünnt. Solche „gezogene" Kupferrohre sind viel verläßlicher, als die aus Blech hergestellten, gelöteten Rohre, daher auch für Dampfleitungen, die höherem Drucke ausgesetzt sind, allein zulässig.

Nach einem anderen Verfahren werden aus Kupfer kreisrunde, 20 *mm* starke Scheiben geschmiedet, diese auf der Ziehpresse (S. 129) zu röhrenförmigen Körpern von 25 bis 30 *mm* lichter Weite verarbeitet. Nach jedem Pressen wird das Rohr durch Glühen und Ablöschen in Wasser wieder weich gemacht. Endlich wird auf der Schleppzangenziehbank über kurzen Dornen bis zum gewünschten Durchmesser fertig gezogen.

Messingrohre werden wie Kupferrohre entweder aus Blech gebogen, gelötet und über einem Dorne gezogen, oder man gießt Hohlzylinder, die durch Auswalzen und Ziehen in Rohre umgeformt werden.

4. Blei- und Zinnröhren werden in den Ausflußpressen (Fig. 199) erzeugt. Man unterscheidet das Kaltpressen und das Warm- oder Heißpressen, bei welch letzterem die Temperatur der Preßform so heiß gehalten wird, daß das Blei eben noch geschmolzen bleibt. Im Austreten aus der eventuell auch mit Wasser gekühlten Austrittsöffnung erstarrt das Material und das Rohr kann gleich auf eine Trommel aufgewickelt werden.

Wenn man in den Preßzylinder zwei konzentrische Stücke einsetzt, wovon das äußere aus Blei, das innere aus Zinn besteht, so fließen beide Materialien zu gleicher Zeit aus; man erhält hiedurch innen verzinnte Bleirohre, die für Wasserleitungen benützt werden, wiewohl auch einfache Bleirohre zulässig sind.

V. Biegen.

Diese meist bei der Blechverarbeitung vorkommende Formänderung besteht darin, einzelne Teile des Werkstückes aus der ursprünglichen Linie oder Fläche heraustreten zu lassen, ohne hiebei den Querschnitt wesentlich zu verändern. Das beim Schmieden auf dem Amboß vorkommende Biegen wurde bereits S. 102 erörtert.

In Klempnerwerkstätten benützt man als Amboß den Sickenstock (Fig. 214), der an der oberen Fläche halbrunde Rinnen besitzt, in die das Blech hineingehämmert wird.

Dünnes Blech wird am Rande vorteilhaft mit der Wulstmaschine Fig. 215 gewulstet, indem man den Blechrand in einen radialen Einschnitt eines etwa 1 *cm* dicken Stabes einschiebt und den Stab dann innerhalb der beiden Backen *a* und *b* mittels einer Kurbe dreht; hiebei wird das Blech um den Stab herumgewickelt.

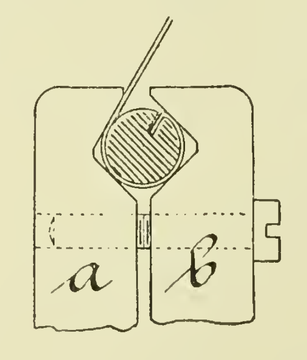
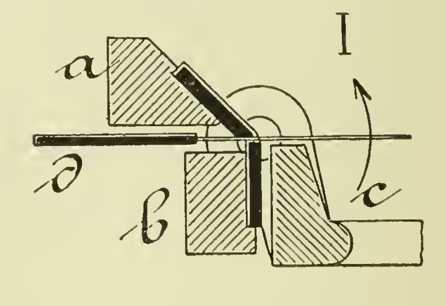
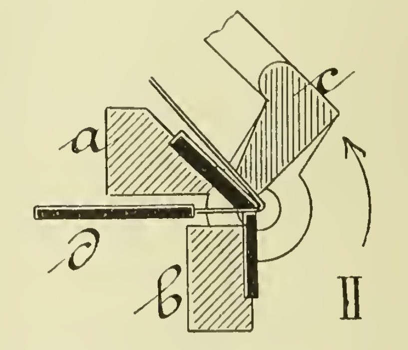


Fig. 215. Wulstmaschine.





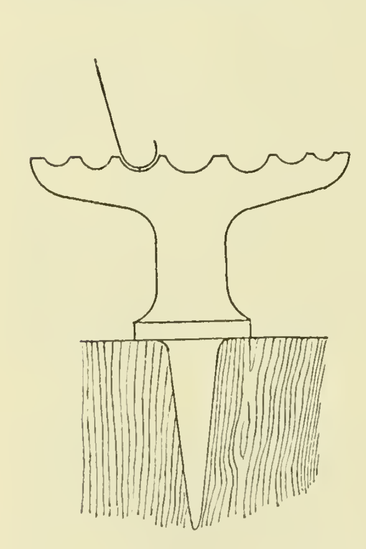


Fig. 214. Sickenstock.

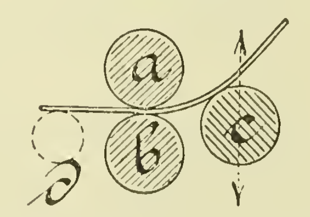


Fig. 217. Rundmaschine.

Fig. 216. Abkantmaschine.

Soll eine lange Blechkante um einen bestimmten Winkel abgebogen werden, so wird das Blech zwischen zwei $^1/_2$—3 *m* langen Wangen *a* und *b* (Fig. 216, I) eingespannt und durch Drehen der Biegewange *c* umgebogen (Fig. 216 II). Der Anschlag *d* läßt sich der Breite des umzubiegenden Blechstreifens entsprechend verstellen.

Soll eine ebene Blechtafel zu einem Zylindermantel oder Kegelmantel gebogen werden, so bedient man sich der Rundmaschine (Fig. 217). Die beiden Walzen *a* und *b* ziehen das Blech ein und die Walze *c* biegt es ab. Die Walze *c* muß möglichst nahe an *a* angestellt werden, weil der vorangehende Blechstreifen, der von *a* bis *c* reicht, nicht krumm gebogen wird. Für stärkere Bleche verwendet man noch eine vierte Walze *d* als Vorbiegewalze.

Die großen Blechbiegemaschinen erhalten häufig zwei Unterwalzen und eine dazwischenliegende Oberwalze (Fig. 218). Diese ruht in zwei verstellbaren Lagern, die man mit je einer Schraube *s* höher und tiefer stellen kann, indem man mit der Schnecke *e* ein das Muttergewinde tragende Schneckenrad *f* dreht. Die beiden Schnecken *e* sitzen auf einer gemeinschaftlichen Welle *w*, so daß sie gleichzeitig bewegt werden können.

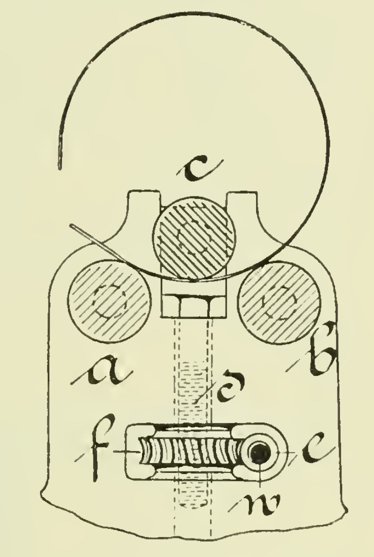


Fig. 218. Querschnitt einer Blechbiegemaschine.

Die in Fig. 219 dargestellte Blechbiegemaschine dient für Bleche bis zu 18 *mm* Stärke und 3·5 *m* Länge, oder 12 *mm* Stärke und 5 *m* Länge. Die zwei unteren Walzen erhalten die Drehbewegung vermittels der Riemenscheibe *r* und einer dreifachen Räderübersetzung. Die obere Walze läßt sich in der Art, wie Fig. 218 zeigt, höher und tiefer einstellen, wobei die Welle *w* mittels eines Zahnräder-Vorgeleges von der Riemenscheibe *i* aus angetrieben wird. Vermittels

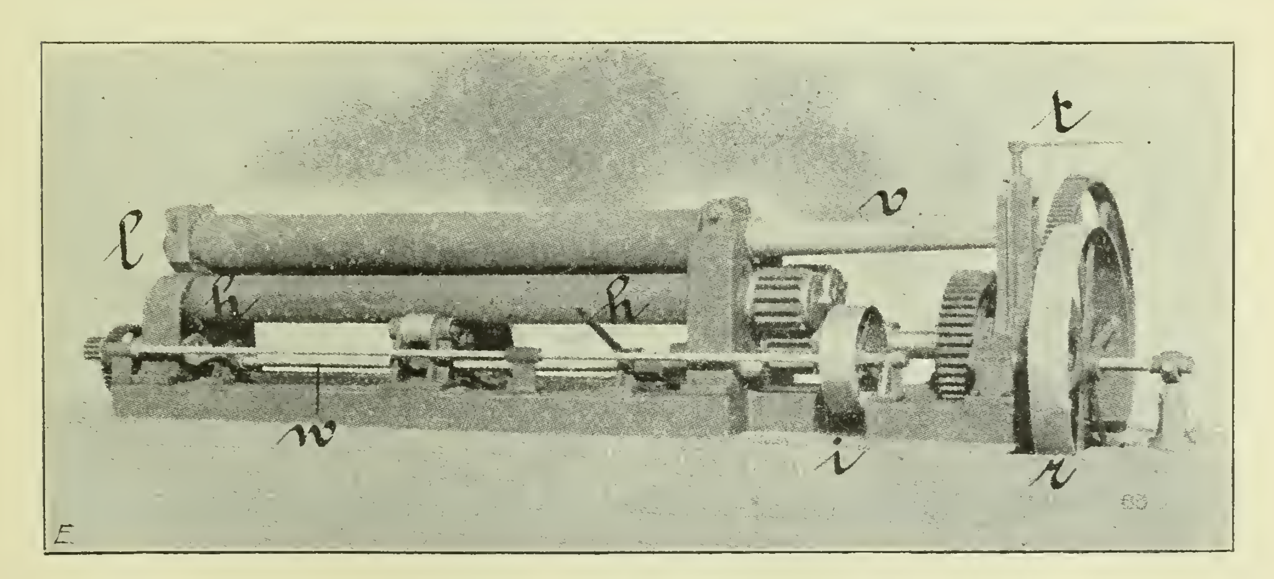


Fig. 219. Biegemaschine der „Niles"-Werke in Hamilton, Ohio, V. St. A.

Zahnkupplungen, die von den Hebeln *h* betätigt werden, kann man auch die eine oder die andere Schnecke ausschalten und somit die

obere Walze schräg einstellen. Die Oberwalze hat eine Verlängerung v, die sich mit der Schraube t niederdrücken läßt, womit man die Walze in Schwebe halten und nach Wegnahme des Lagers l ein zu einem geschlossenen Zylinder eingerolltes Blech abziehen kann. Die unteren Walzen werden im Durchmesser so klein als möglich gehalten, nahe zusammengerückt und durch zweckmäßig angebrachte Rollen unterstützt.

Die Bördel- oder Sickenmaschine Fig. 220 benützt der Klempner, um gerade Blechstreifen zu tief profilierten Gesimsleisten zu biegen und um an den Rändern von Blechgefäßen Wulste herzustellen. Sie enthält zwei Spindeln s_1 und s_2, die in einem kräftigen Gestelle gelagert sind. Die obere wird von der Riemenscheibe F mit einfachem Rädervorgelege z_1 z_2 angetrieben; durch zwei weitere Zahnräder wird die Bewegung auch auf die untere Spindel übertragen. Vorn an

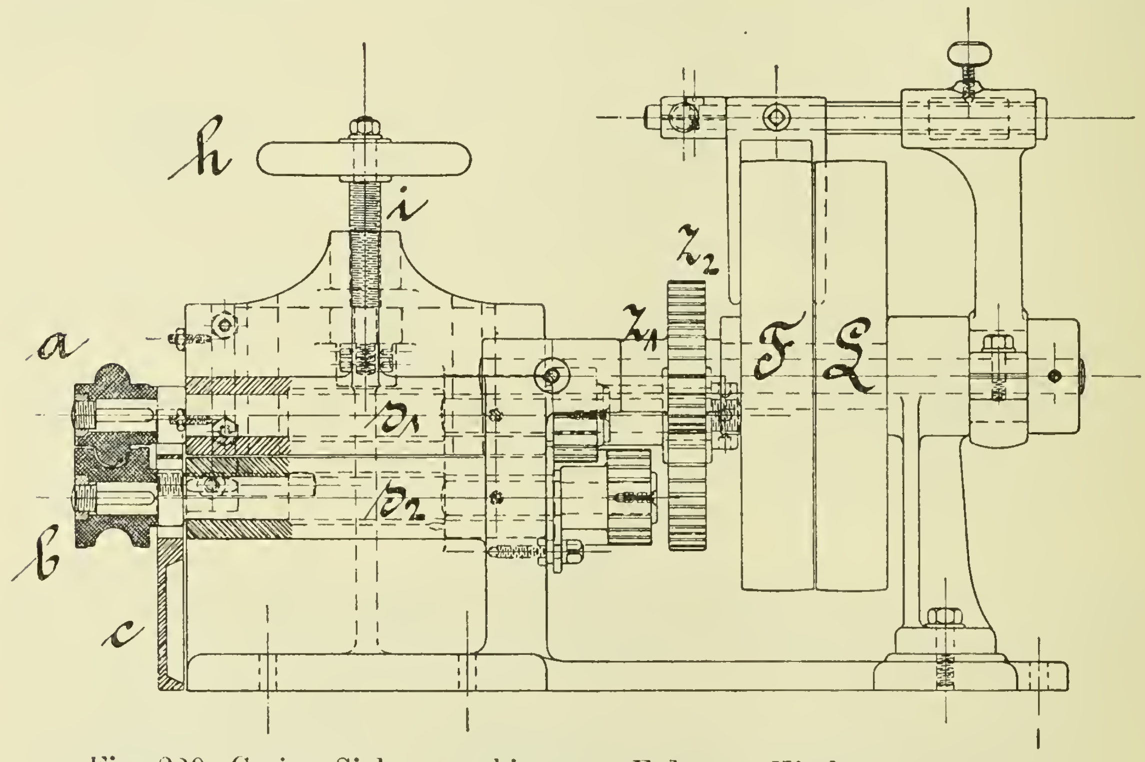


Fig. 220. Gesims-Sickenmaschine von Erdmann Kircheis in Aue i. S.

den vorstehenden Spindel-Enden sind die beiden stählernen Fassonwalzen a und b mit Federkeil und Schraube befestigt. Die obere Spindel s_1 läßt sich in einer prismatischen Führung parallel zur unteren Spindel s_2 allmählich tieferstellen, indem man mit dem Handrade h die Schraubenspindel i dreht. Die verstellbare Anlegeplatte c dient zur Führung des Blechstreifens.

Beim Wulsten von Blechrändern wird häufig nach dem „Vornehmen“ (Fig. 221), d. i. eine Art Falzen, ein Draht eingelegt und dann durch das „Zulegen“ (Fig. 222) der gefalzte Rand zu einem runden Wulst geschlossen.

Anstatt den Blechstreifen zwischen zwei Fassonwalzen hindurchzuwalzen, kann er auch profiliert werden, indem er zwischen zwei Ziehbacken, die entsprechend geformt sind, hindurchgezogen wird.

Eine diesem Zwecke dienende besondere Ziehbank ist in Fig. 223 dargestellt. In derselben werden Zinkblechstreifen zu Gesimsstreifen geformt, ohne daß hiebei eine Verdünnung des Querschnittes erfolgt. Die Blechstreifen werden durch zwei Ziehbacken aus Kompositionsmetall hindurchgezogen, indem das Ende derselben mit mehreren Ziehzangen gefaßt wird, die an dem Zangenschlitten *z* entsprechend angeordnet sind. Der Zangenschlitten wird durch eine Zahnstange vor- und rückwärts bewegt, indem mit einer Handkurbel *h* und einem

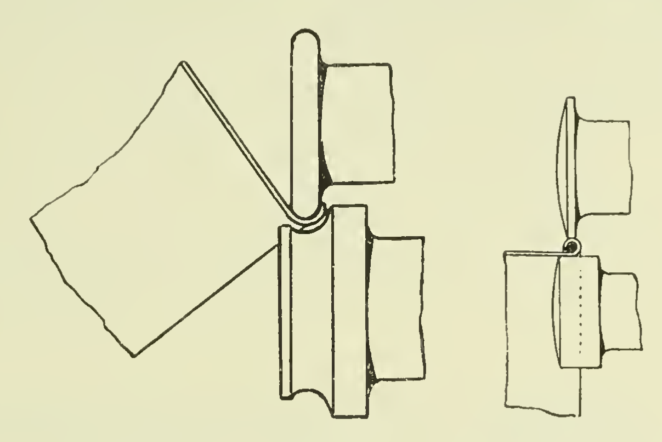


Fig. 221. Vornehmen. Fig. 222. Zulegen.

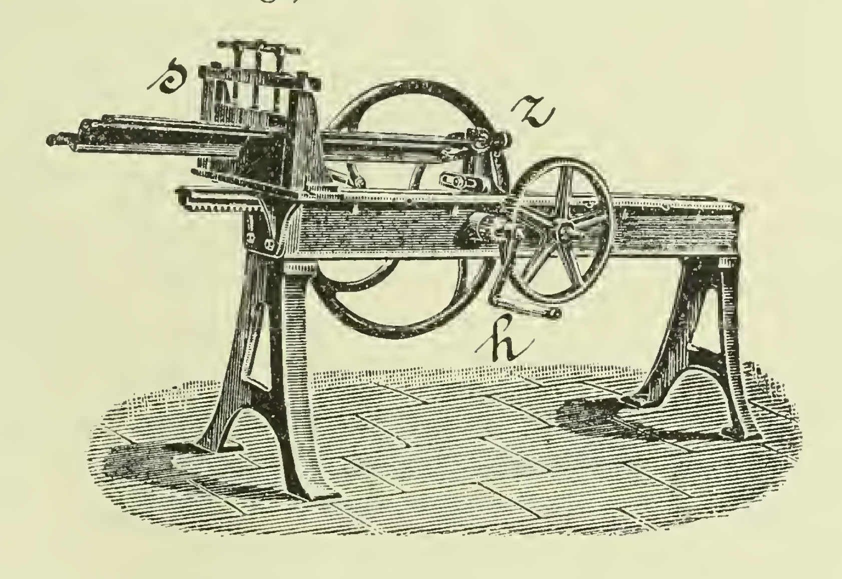


Fig. 223. Gesims-Ziehbank.

einfachen Rädervorgelege ein in die Zahnstange eingreifender Zahnkolben gedreht wird. Die Ziehbacken oder Sickeneisen werden zwischen zwei Ständern *s* gehalten und lassen sich mittels dreier Zuspannschrauben einstellen.

Biegen des Holzes.

Bei der Herstellung der Möbel aus gebogenem Holze wird das zu vierkantigen Stäben geschnittene Rotbuchenholz, um es geschmeidig zu machen, vorerst gedämpft. Dann werden die Stäbe über eiserne

Formen gebogen, wobei an die Außenseite des zu biegenden Stabes ein Bandeisen aufgelegt und mitgebogen wird, damit ein Knicken oder Aufspalten der Holzfasern vermieden wird. Das Biegen selbst erfolgt mit einer mechanischen Vorrichtung, worauf der Stab mittels Schraubzwingen auf der Form festgehalten und in einer Trockenkammer scharf getrocknet wird. Nach dem Trocknen behält der Holzstab die Biegung; er wird dann auf eigenen Drehbänken rund abgedreht.

Vierter Abschnitt.

Arbeiten auf Grund der Teilbarkeit der Körper.

I. Theorie des Schneidens.

Die durch Gießen und Schmieden erzeugten Gegenstände sind häufig für den Gebrauch noch nicht fertig; sie bedürfen hinsichtlich der genauen Form und der Beschaffenheit der Oberfläche noch einer Zurichtung oder Appretur. Die gegossenen Dampfzylinder z. B. müssen ausgebohrt, die Richtplatten abgehobelt, die Rundeisen zu Wellen abgedreht werden. In den Walzwerken werden vorteilhaft große Stücke hergestellt, z. B. große Bleche, lange Flacheisen u. dgl., welche in kleinere Stücke zu zerteilen sind. Diese Arbeiten können in verschiedener Weise erfolgen, u. zw.: durch Zerreißen, wie es bei dünnem Drahte vorkommt, durch Abbrechen, wie es bei Rundeisen und Flacheisen gemacht wird, durch Abdrehen, das bei eingefeilten Schrauben geübt wird, endlich und vorzugsweise durch Anwendung schneidender, scherender und schabender Werkzeuge.

Ein schneidendes Werkzeug ist ein keilförmiger, harter Körper, der im stande ist, mit seiner aus der Verschneidung der beiden Keilflächen gebildeten Schneidkante in einen weicheren Körper einzudringen und ihn so zu zerteilen oder von ihm Späne abzulösen.

Der hiebei nötige Kraftaufwand ist teils von der Festigkeit des zu bearbeitenden Materials abhängig, teils von der Gestalt und Beschaffenheit des Werkzeuges. Der Widerstand des Werkstückes gegen das Eindringen der Schneide ist um so größer, je härter der zu bearbeitende Körper ist; der Widerstand wird um so gleichmäßiger, je zäher das Material des Werkstückes ist. Die Form des Werkzeuges hängt von der zu leistenden Arbeit ab; wir unterscheiden diesbezüglich:

a) Das Zerschneiden oder Zerteilen mit dem Messer.

b) Das Scheren oder Zerteilen eines Körpers mittels zweier gegeneinander arbeitender Scherbacken.

c) Das Spanabheben. Das Werkzeug arbeitet hierbei:

mittels einer Schneide, z. B. beim Hobeln oder Drehen,

„ zweier Schneiden, gleichzeitig und stetig wirkend, z. B. beim Bohren,

„ mehrerer Schneiden, die gewöhnlich nicht alle gleichzeitig und nicht stetig wirken, z. B. beim Sägen oder Fräsen,

„ vielen kleinen Schneiden, z. B. beim Feilen und Schleifen;

endlich haben wir das Spanabheben mit schabenden Werkzeugen gesondert zu behandeln.

a) Zerschneiden.

Wenn eine messerartige Schneide *S* (Fig. 224) in das Arbeitsstück *A* eindringt, hat sie drei verschiedene Widerstände zu überwinden, nämlich:

1. Den Widerstand w_1, den das Material unmittelbar unter der Schneidkante entgegensetzt, indem es dortselbst getrennt und teilweise auch zerdrückt werden muß. Die Schneidkante ist nämlich niemals mathematisch genau scharf, sondern etwas abgerundet; in dem Moment, wo beim Anschleifen der Schneide die Kante zu scharf wird, muß sie beim geringsten Drucke abbrechen, oder sie bildet, wenn der Messerstahl weich ist, durch Umbiegen einen sogenannten „Bart“, der dann beim Abziehen auf dem Abziehstein entfernt wird (Fig. 225).

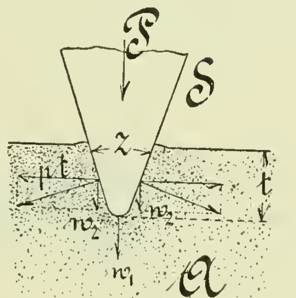
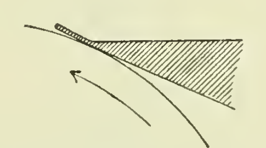


Fig. 224. Zerschneiden.


Fig. 225. Schleifen der Schneide.

2. Den Widerstand, den die Trennungsflächen dem Zurückdrängen oder Stauchen entgegensetzen; dieser Widerstand ist der Tiefe der Einsenkung annähernd proportional, beträgt somit, wenn *p* den Widerstand bei der Tiefe eins vorstellt,

$$p \,.\, t$$

und, in der Bewegungsrichtung gemessen, an beiden Flächen:

$$w_2 = 2\, p \,.\, t \,.\, tg \frac{z}{2}$$

3. Der Normaldruck gegen die Seitenflächen der Scheide:

$$N = \frac{2\,p\,.\,t}{\cos\frac{z}{2}}$$

erzeugt in der Bewegungsrichtung einen Reibungswiderstand:

$$w_3 = 2\,p\,t\,f.$$

Somit ist der Gesamtwiderstand, bezw. die zum Eindringen nötige Kraft:

$$P = w_1 + 2\,p\,t\,tg\,\frac{z}{2} + 2\,p\,t\,f.$$

Damit das Eindringen der Schneide möglichst leicht erfolgt, soll nach vorstehendem die Schneide eine feine Zuschärfung haben, der Winkel z möglichst klein sein und der Reibungswiderstand durch Anwendung von Seifenwasser oder Öl vermindert werden.

Damit jedoch die Schneide nicht ausbricht und schartig wird, darf man mit dem Zuschärfungswinkel nicht zu weit herabgehen; dagegen kann man den Reibungswiderstand verringern, wenn man die Seitenflächen konvex

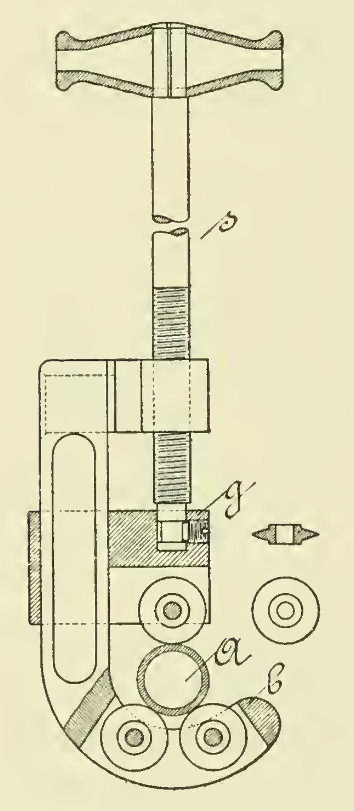
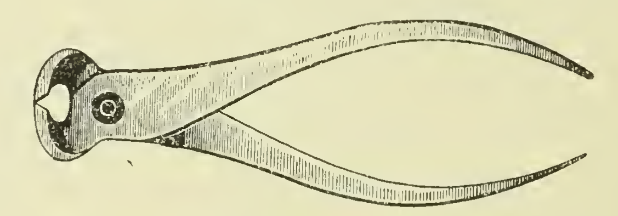
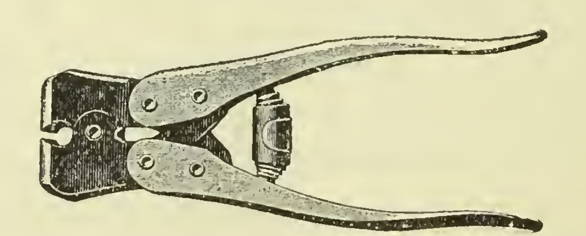


Fig. 226. Rohrabschneider.


Fig. 227. Beißzange.


Fig. 228. Beißzange von Lindsay.

macht, wie es der Rohrabschneider Fig. 226 zeigt. Das Rohr *A* kommt zwischen drei harte, linsenförmige Schneidrollen, von denen zwei in den Bügel *b* gelagert sind, während die dritte verschiebbar in dem Gleitstück *g* sitzt und mit der Schraube *s* fest gegen das Rohr gepreßt werden kann. Die Schraube *s* dient dann zugleich als Hebel, um die Schneidrollen um das Rohr herumzuführen.

Bei der Beißzange (Fig. 227) wirken zwei messerartige Schneiden gegeneinander, wodurch man den Vorteil erreicht, daß eine Schneide nur bis zur Mitte des zu durchschneidenden Stückes einzudringen braucht

Die Beißzange Fig. 22 ermöglicht durch die Anwendung zweier Hebelübersetzungen die Ausübung eines größeren Druckes.

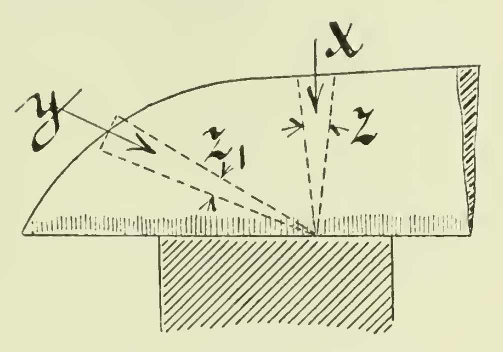


Fig. 229. Ziehender Schnitt.

Beim Zerschneiden weicher Materialien, wie Holz, Papier, Gummi u. dgl., wendet man vorteilhaft den ziehenden Schnitt an, indem man das Messer nicht senkrecht in der Richtung x, sondern schräg in der Richtung y durch das Material führt; hiedurch wird der Zuschärfungswinkel z auf den der Bewegungsrichtung y entsprechenden Winkel z_1 verkleinert (reduziert); auch dringt die Schneidkante leichter in das Material ein, weil sie stets etwas schartig ist und hiedurch sägeartig wirkt.

b) Scheren.

Bringt man ein Arbeitsstück A (Fig. 230) zwischen zwei stählerne Backen, die so gegeneinander bewegt werden, daß zwei Flächen aa und bb in einer Ebene bleiben, so wird das Arbeitsstück durchgeschert. Zuerst pressen sich, wie die Stellung I zeigt, die beiden Schneiden in das Arbeitsstück ein. Der Druck P und der Gegendruck P_1 bilden, an dem Hebelarm l wirkend, einen Drehzwilling, der das Arbeitsstück in positivem Sinne zu drehen sucht.

Hiebei werden die beiden Scherbacken mit einer gewissen Kraft Q auseinandergepreßt und indem Q und die Gegenkraft Q_1 wieder an einem Hebelarm l_1 wirken und einen negativen Drehzwilling bilden; so besteht die Gleichung: $P \cdot l = Q \cdot l_1$.

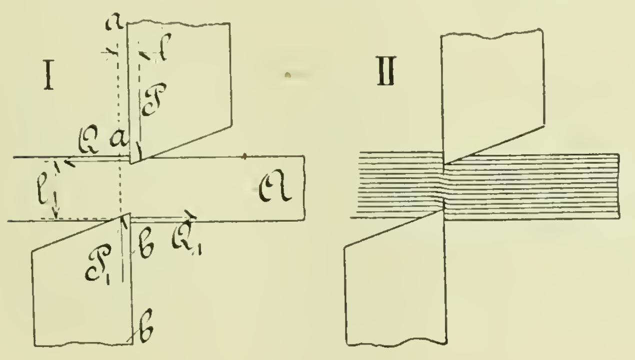



Fig. 230. Scheren.

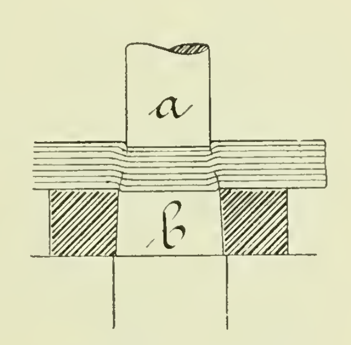


Fig. 231. Lochen.

Um dem Auseinanderpressen zu begegnen, müssen die Scherblätter geführt werden; häufig wird auch das Arbeitsstück an dem vorstehenden Ende gestützt.

Beim weiteren Niedergehen des oberen Scherbackens bilden sich im Arbeitsstück (Fig. 230 II) von den Schneidkanten ausgehende Risse mit rauhen Flächen, bis endlich das Material ganz geteilt ist.

Bilden die Scherkanten der Teile *a* und *b* Fig. 231 geschlossene Kurven, so nennt man die Arbeit „Lochen". Der Teil *a* heißt dann Lochstempel (Patrize), der untere, ringförmige Stahlkörper Lochring (Matrize) und der aus dem Material herausgetriebene Körper der Butzen oder Lochkern. Geht der Stempel nieder, so wird das darunter befindliche Material zuerst gestaucht; dann bilden sich zwei Rißkegel und es erfolgt ein plötzliches Abscheren. Wegen der nicht zu vermeidenden Ungenauigkeit in der Führung des Lochstempels macht man diesen stets etwas kleiner, als den Lochring, versieht ihn auch zuweilen mit einer zentrischen Spitze, damit der Arbeiter den Lochstempel genau auf das angekörnte Blech aufsetzen kann.

c) Spanabheben.

Soll von einem Werkstück eine dünne Schicht, ein Span, abgelöst werden (Fig. 232), so stellt man den Schneidstahl so an, daß die vordere Fläche, die Brustfläche *b* der Schneide mit der Fläche des Arbeitsstückes einen gewissen Winkel, den Schneidwinkel oder Brustwinkel *s*, bildet, während die hintere Fläche, die Rückenfläche *r*,

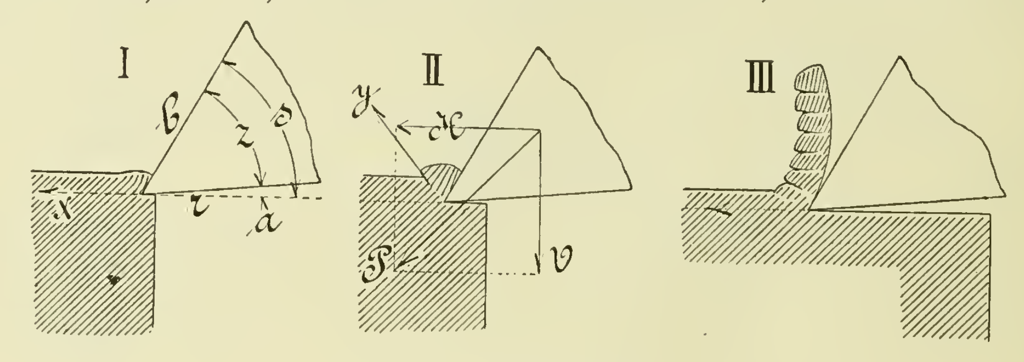


Fig. 232. Spanabheben.

unter dem Winkel *a*, dem Anstellwinkel, geneigt ist; nun bewegt man den Schneidstahl in der Pfeilrichtung *x* nach vorwärts. Anfangs wird das Material vor der Brustfläche gestaucht, bis endlich dessen Festigkeit überwunden ist; dann bildet sich plötzlich in der Richtung *y* eine Abscherfläche und der Schneidstahl würde auf dieser Fläche aus dem Material herausgleiten, wenn er nicht mit entsprechender Kraft niedergedrückt würde.

Die zum Spanablösen nötige Kraft *P* muß sonach schräg gegen die Arbeitsfläche zu gestellt sein (Fig. 232, II). Indem selbst die schärfste Schneidkante, wie schon erwähnt wurde, etwas abgerundet ist, so werden die vor ihr liegenden Materialteilchen teilweise zerdrückt, teilweise nur niedergedrückt. Die hiedurch unter die Schneidkante gelangenden Materialteilchen steigen infolge ihrer Elastizität hinter der Schneide wieder auf, sie expandieren, und bewirken somit eine ge-

wisse Reibung an der Rückenfläche, so daß diese unmittelbar hinter der Schneidkante eine starke Abnützung erfährt. Der abgehobene Span ist kürzer als das Arbeitsstück; er rollt sich ein, weil das Stauchen an der Fläche, womit der Span am Arbeitsstück anhaftete, nicht so stark sein kann, als an der gegenüberliegenden, freien Fläche (Fig. 232, III).

Beim Spanabheben hat somit der Schneidstahl folgende Arbeiten zu verrichten:

1. Zerteilen und Zerdrücken des Materials vor der Schneide. Um den Widerstand klein zu halten, ist der Schneidstahl oft zu schärfen!

2. Stauchen des Materials vor der Brustfläche. Je kleiner der Schneidwinkel s gemacht werden kann, desto kleiner ist die Stauchungsarbeit. Geht man jedoch mit dem Schneidwinkel zu tief herunter, so wird der Zuschärfungswinkel z zu klein, die Schneide hat nicht mehr die nötige Festigkeit und bricht aus. Beim Bearbeiten von Schmied- und Gußeisen macht man für Schroppstähle $s = 57^0$, a möglichst klein, etwa 4^0.

3. Abscheren des angestauchten Materials. Bei ganz sprödem Material geht die Abscherfläche durch die ganze Spandicke hindurch, der Span selbst zerbröckelt in kleine Stückchen, die im Moment des Abscherens weggeschleudert werden; es wird nämlich in dem Momente als die Scherfläche sich bildet, der Widerstand ein geringerer und der Stahl federt etwas nach vorn. Dies erzeugt die eigentümliche, zitternde Bewegung der Schneide und ist auch die Ursache, daß die bearbeitete Fläche nicht glatt, sondern wellig und rauh wird. Wählt man den Schneidwinkel größer, dann fließt der Span gleichmäßiger ab, der Stahl arbeitet ruhiger und hinterläßt eine glättere Oberfläche. Man unterscheidet diesbezüglich zwei Arten von Schneidstählen, nämlich den Schroppstahl und den Schlichtstahl. Der erste starke Span wird vom Schroppstahl genommen und heißt Schroppspan, die Arbeit selbst das Schroppen; der zweite, dünne Span wird vom Schlichtstahl genommen und heißt Schlichtspan, die Arbeit selbst das Schlichten. Der Schlichtspan bringt erst das Werkstück auf das genaue Maß und macht die Oberfläche glatt. Man findet z. B. beim Schlichten des Eisens $s = 75^0$, u. zw. bei demselben Anstellwinkel wie beim Schroppen. Bei Holz wählt man $s = 45^0$ und $a = 10^0$, sowohl für das Schroppen, wie für das Schlichten, hat aber in dem später zur Besprechung gelangenden Doppeleisen ein Mittel, eine glatte Oberfläche zu erzeugen.

4. Endlich hat der Stahl auch die Reibungswiderstände zu überwinden, die sowohl an der Rückenfläche wie an der Brustfläche auf-

treten. Um diese möglichst gering zu machen und auch die Schneide zu kühlen, benützt man Seifenwasser oder Öl, welches in einem ununterbrochenen Strome zur Schneide laufen gelassen wird.

Schneidet Rapidstahl mit großer Schnittgeschwindigkeit, dann zeigt die Spanabnahme ein anderes Bild (Fig. 233). Hier hat nicht die Schneidkante a allein den größten Druck auszuhalten, sondern der maximale Druck erstreckt sich über einen großen Teil der Brustfläche bei c. Die Scherfläche läuft hier der Schneidkante a voraus, nicht infolge der direkten Einwirkung der Schneidkante, sondern wegen der Materialabbiegung infolge der maximalen Pressung bei c. Die Schneidkante selbst ist geschützt von einem kleinen Häufchen abgeschnittenen

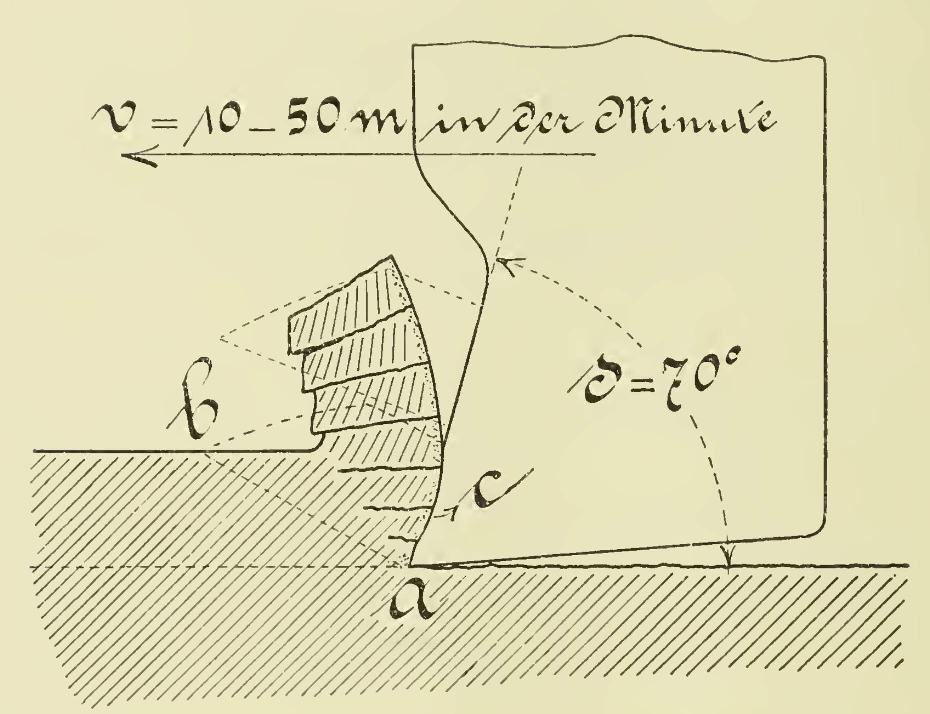


Fig. 233. Spanabnahme bei hoher Schnittgeschwindigkeit.

Materials, welches sich in dem schmalen Raume der Rißspalte ansammelt und auf der vorderen unbeschädigten Brustfläche aufruht, die sich von der Schneidkante a mehr oder weniger weit gegen c hin erstreckt. Dieses Häufchen Material haftet sowohl an diesem schmalen Streifen Brustfläche, wie an dem abfließenden Spane selbst und wird fortwährend von letzterem mitgenommen und dadurch erneuert, daß die scharfe Schneidkante a die Unebenheiten der vorschreitenden Rißfläche abnimmt. Die Schneidkante hat also nur die Oberfläche des Werkstückes zu glätten, das Abschneiden des Hauptkörpers des Spanes besorgt die Fläche c; indem der Span gegen c mit großer Kraft drückt und bei hoher Temperatur schnell darüber hingleitet, wird daselbst eine Vertiefung ausgerieben. Diese Vertiefung schreitet immer weiter gegen a vor, das daselbst befindliche Materialhäufchen wird immer kleiner, weil

es die Auflagefläche verliert; endlich erreicht die Aushöhlung die Schneidkante *a* und der Stahl versagt, indem die Schneide zackig und stumpf wird, die Spandicke sich verringert, die Hitze gerade an der Schneidkante *a* bedeutend höher wird, wodurch die Schneidfähigkeit verloren geht.*)

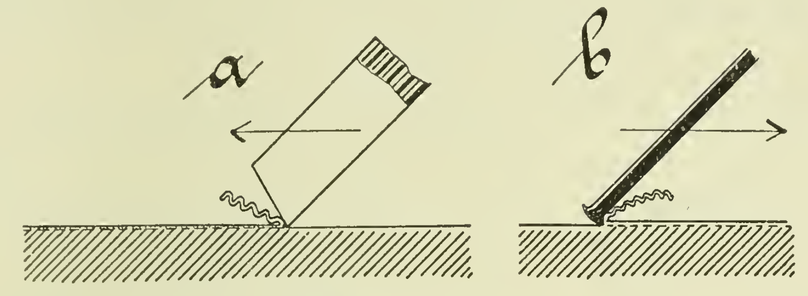


Fig. 234. Schaben.

Bei langsam arbeitendem Stahle würden so große Brocken, wie punktiert gezeichnet, angestaucht und längs der Scherfläche *ab* abgeschert werden, wie es in Fig. 232 dargestellt ist; dazu fehlt aber bei der Schnittgeschwindigkeit von 10 bis 50 *m* in der Minute die Zeit. Man sieht also, daß die Art des Abfließens der Späne sehr wesentlich von der Schnittgeschwindigkeit beeinflußt wird.

Beim S c h a b e n (Fig. 234) ist der Schneidwinkel größer als 90⁰; das Material wird vor der Schneide hergeschoben, d. i. abgeschabt; bei zähem Material bilden sich aber doch feine Späne. Den Zuschärfungs-

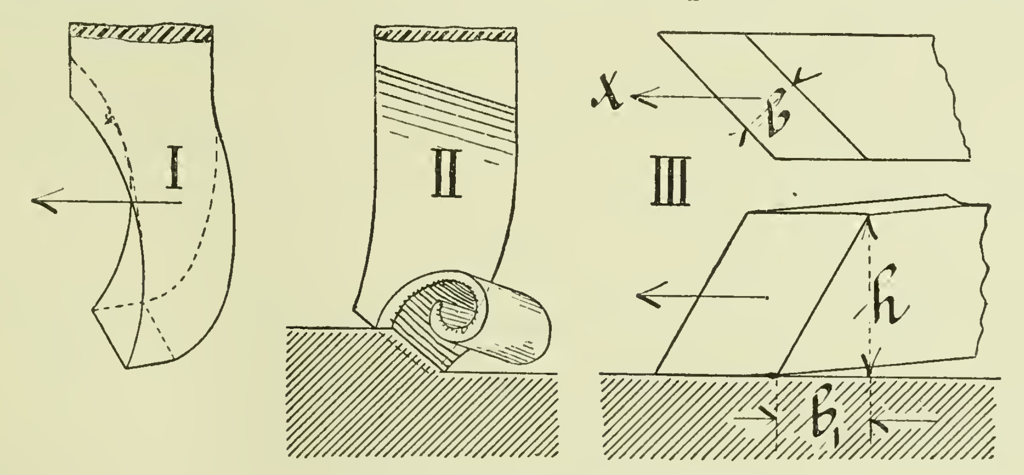


Fig. 235. Schräggestellte Schneide.

winkel macht man 90⁰, auch kleiner oder größer; je größer er ist, desto schwerer dringt die Schneide in das Material ein. Die bei der Schabarbeit verwendeten Werkzeuge heißen S c h a b e r. Beim Schaben von Holz verwendet man ein $1^1/_2$ *mm* dickes Stahlblech, dessen Kanten durch kräftiges Überstreichen mit einem stumpfkantigen Stahlstäbchen einen vortretenden Grat erhält, wie Fig. 234 *b* zeigt.

*) Näheres siehe Engineer 1905, S. 358.

Wird die Schneidkante zur Bewegungsrichtung x schräg gestellt, so ist der Schneidwinkel kleiner als bei normaler Stellung. In Fig. 235 zeigt I einen Hobelstahl mit schräger Schneide in der Seitenansicht, II denselben in der Vorderansicht und III eine schematische Skizze; letztere macht ersichtlich, daß die Tangente des Schneidwinkels $\operatorname{tg} s = \frac{h}{b_1}$ ist, während sie sonst $\frac{h}{b}$ wäre. Dieser so verkleinerte oder reduzierte Schneidwinkel bietet mehrere Vorteile: Er gestattet eine leichtere

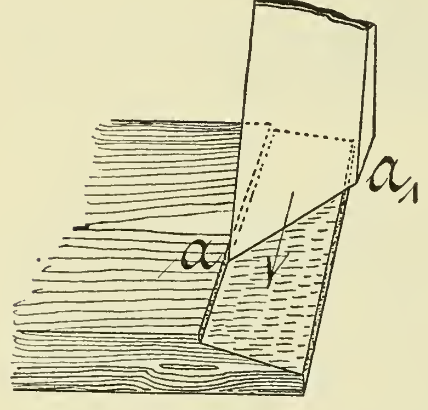


Fig. 236. Querhobeln von Holz.

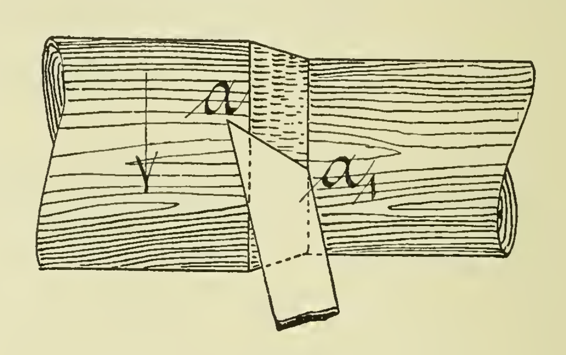


Fig. 237. Drechseln von Holz.

Spanabnahme infolge verringerter Stauchungsarbeit; ferner fließt der Span in schraubenartigen Windungen seitwärts ab; endlich gelangt die Schneide nicht gleichzeitig auf der ganzen Länge zum Angriff. Wenn vom Holz ein Span quer zu den Fasern abgenommen werden soll, so muß die Schneide ebenfalls schräg stehen, damit ein glatter Schnitt entsteht. Fig. 236 zeigt die Stellung beim Hobeln, Fig. 237 die Stellung beim Drechseln des Holzes; der höher liegende Teil der Schneidkante a läuft gegen den tiefer liegenden a_1 vor, so daß die bei a getroffenen Fasern von den darunter liegenden gestützt werden. Wollte man die Schneide umgekehrt schräg anstellen, so würde das Holz vorspalten, der Stahl immer tiefer in dasselbe einzudringen suchen und schließlich festsitzen.

Bei der Herstellung und Formgebung des eigentlichen Schneidwerkzeuges oder Stahles sind besonders folgende Punkte zu beachten:

1. Der Schneidstahl soll sich aus dem in Stangenform von den Stahlwerken gekauften Werzeugstahl leicht ausschmieden lassen; das Stauchen ist hiebei zu vermeiden, indem hiedurch der Stahl rissig wird.

2. Das Erhitzen hat in entgaster Kohle zu geschehen, damit der Stahl nicht durch Einsaugen von Schwefel verdorben wird.

3. Die Schneide soll höchstens doppelt so lang sein, als die voraussichtlich größte Breite des Spanes, damit sie sich leicht schärfen läßt.

4. Bei Schroppstählen stellt man die Schneidkante gegen die Bewegungsrichtung etwas schräg, damit der Span leicht abfließt.

5. Der Stahl darf vom Arbeitsstück nicht zurückfedern; bei etwaigem Nachgeben muß er aus dem Material des Arbeitsstückes heraustreten, darf also nicht noch tiefer in dasselbe eindringen. Aus diesem Grunde ist das Ende des Hobelstahles etwas zurückzubiegen (Fig. 235) und bei Drehstählen die Schneide in der Höhe oder etwas unterhalb der Spindelachse anzusetzen.

6. Die Schneidkante soll klar sein, besonders bei Holzwerkzeugen und feineren Stählen für Metall; sie muß also zuletzt auf dem Ölstein fertiggestellt werden, damit sie länger hält, weniger Kraft erfordert und glatte Schnittflächen hinterläßt.

7. Das Nachschleifen erfolgt auf der

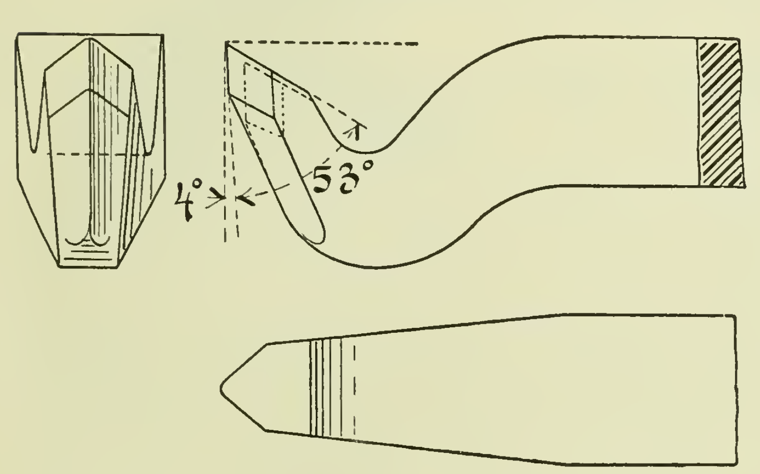


Fig. 238. Abgekröpfter Drehstahl, rechts und links gehend.

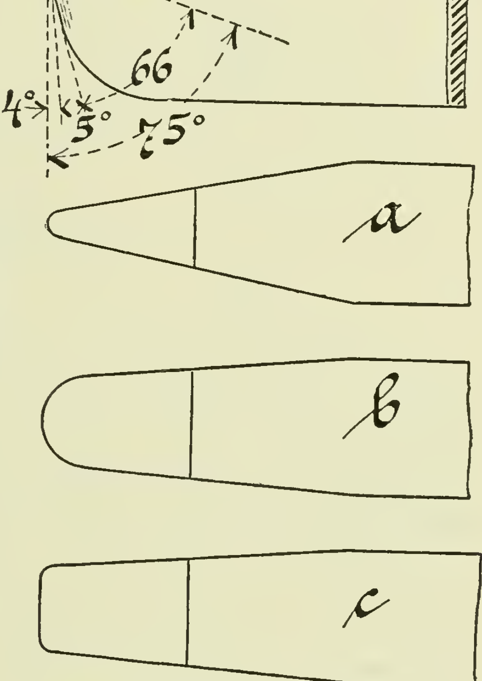


Fig. 239. Schlichtstähle.

Rückenfläche, indem sich in derselben, infolge des nötigen Druckes des Stahles gegen das Arbeitsstück, Furchen einarbeiten.

Fig. 238 zeigt einen abgekröpften Drehstahl, der sowohl nach rechts wie nach links gehend schneidet und sich sehr oft und leicht auf der Rückenfläche nachschleifen läßt, ehe er wieder ins Schmiedefeuer muß.

Fig. 239 zeigt Schlichtstähle, u. zw.: *a*) für dünne Späne und kleinsten Vorschub, *b*) für mittleren Vorschub und *c* für größten Vorschub. Im letzteren Falle, wenn also breite Späne abgenommen werden, gibt der Stahl leicht etwas nach und federt dann wieder vor; er zittert also und hinterläßt keine glatte Fläche.

Scherbacken werden auf der Brustfläche angeschliffen, auf der Rückenfläche bloß abgezogen. Hinterdrehte Werkzeuge müssen eben-

falls an der Brustfläche nachgeschliffen werden, weil sonst die Form der Schneide verloren ginge. Häufig verwendet man vorteilhaft Stahlhalter, bei welchem ein Stück Werkzeugstahl, ohne weiteres Schmieden und Härten, einfach nur entsprechend angeschliffen, in einem prismatischen Stahlkörper mittels einer Klemmvorrichtung so eingespannt wird, daß gleich der richtige Schneidwinkel vorhanden ist. Fig. 240 zeigt einen solchen, der sich dadurch auszeichnet, daß die untere Fläche ganz glatt ist, so daß er kurz eingespannt werden kann, ohne daß die Höhe der Schneidkante über der Auflagefläche zu groß wird.

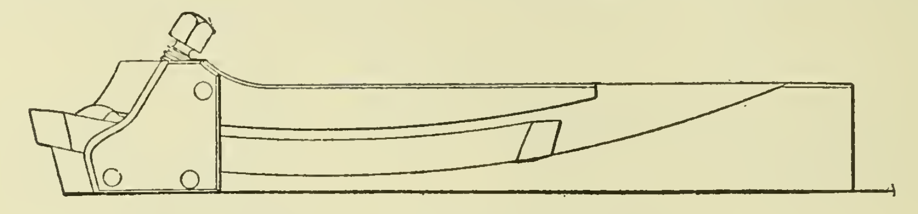


Fig. 240. Stahlhalter „Saturn".

II. Scheren und Lochen.

Hinsichtlich des Antriebes unterscheidet man Scheren mit Handbetrieb und solche mit Maschinenbetrieb, also Handscheren und Maschinenscheren. Der eine oder beide Scherbacken bewegen sich entweder um einen Drehzapfen, oder das eine Scherblatt ist an einem Schieber befestigt, der in einer Prismenführung gleitet; man hat somit Hebel- oder Bogenscheren und Parallel- oder Rahmenscheren. Endlich gibt es Scheren, deren Scherblätter die Form kreisrunder Scheiben haben, die um ihre Achse rotieren; das sind die Kreisscheren.

1. Hebelscheren.

Eine Handschere für dünnes Blech zeigt Fig. 241. Die Schneide kann gerade oder krumm sein, das Blatt eben oder geschweift.

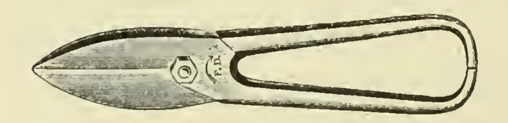


Fig. 241. Blechschere.

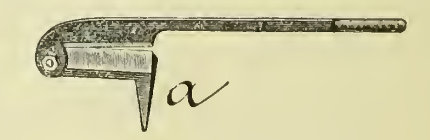


Fig. 242. Stockschere.

Fig. 242 zeigt eine Stockschere, bei der das eine Scherblatt mit der Angel *a* in einem Holzstock oder in einem Schraubstock befestigt wird.

Fig. 243 zeigt eine Hebel-Blechschere für 3—6 *mm* starke Bleche, bei der schon eine größere Kraft ausgeübt werden kann, indem der Handhebel *h* erst mit dem Gelenkstück *g* das obere Scherblatt bewegt;

es ist somit eine doppelte Hebelübersetzung vorhanden. Die Stellschraube *s* hält das Blech nieder.

Bei diesen Hebelscheren mit geraden Schneiden ist der Winkel, den die beiden Schneiden miteinander einschließen, veränderlich; es wird Eisenblech nur dann damit sicher geschnitten, und nicht hinausgeschoben, wenn der Winkel kleiner als 21⁰ ist. Die Normaldrücke N (Fig. 244) ergeben nämlich eine nach außen gerichtete Resultierende R, und es besteht die Gleichung:

$$R = 2N \sin \frac{\psi}{2}.$$

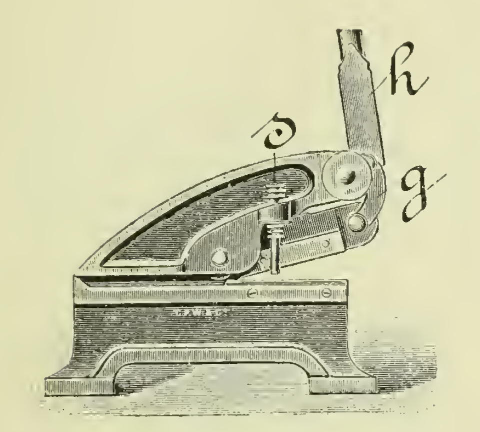


Fig. 243. Hebel-Blechschere.

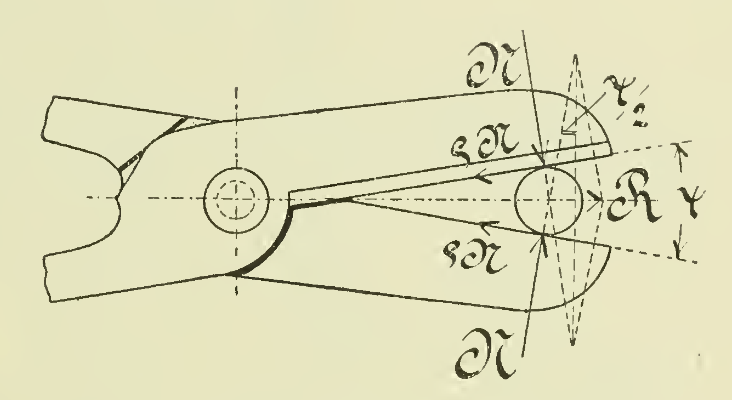


Fig. 244. ψ veränderlich.

Diese Kraft sucht das Werkstück hinauszuschieben. Die Normadrücke N erzeugen aber auch die Reibung ρN an beiden Scherblättern, die ihrerseits sich zu einer Resultierenden:

$$R_1 = 2\rho N \cos \frac{\psi}{2}$$

zusammensetzen, die das Werkstück festzuhalten sucht.

Für ein sicheres Schneiden muß die festhaltende Kraft R_1 größer sein, als die hinausschiebende Kraft R; also:

$$2\rho N \cos \frac{\psi}{2} > 2N \sin \frac{\psi}{2}$$

oder:

$$\rho > \operatorname{tang} \frac{\psi}{2}.$$

Indem der Reibungskoeffizient gleich der Tangente des Reibungswinkels ist, also $\rho = \operatorname{tang} \varphi$, erhält man:

$$\operatorname{tang} \varphi > \operatorname{tang} \frac{\psi}{2} \text{ oder } \varphi > \frac{\psi}{2} \text{ oder } 2\varphi > \psi$$

d. h. der Kreuzungswinkel ψ muß kleiner sein, als der doppelte Reibungswinkel. Indem φ für blanken Stahl auf glattem Eisen 12⁰ beträgt, muß der Kreuzungswinkel kleiner als 24⁰ sein.

Zuweilen macht man die eine Schneidkante krumm, so daß der Kreuzungswinkel ψ in jeder Stellung derselbe bleibt; die Schneide erhält die Form einer logarithmischen Spirale (Fig. 245).

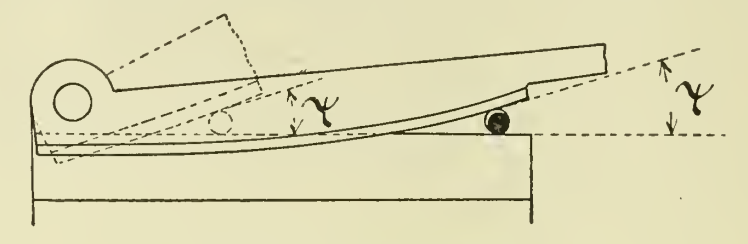


Fig. 245. ψ gleichbleibend.

2. Rahmenscheren.

Eine Rahmenschere zeigt Fig. 246. Das Gestell besteht aus zwei Seitenständern s, die durch zwei Querstücke q_1 und q_2 miteinander verbunden sind. Das untere Scherblatt hat eine wagrechte Schneide

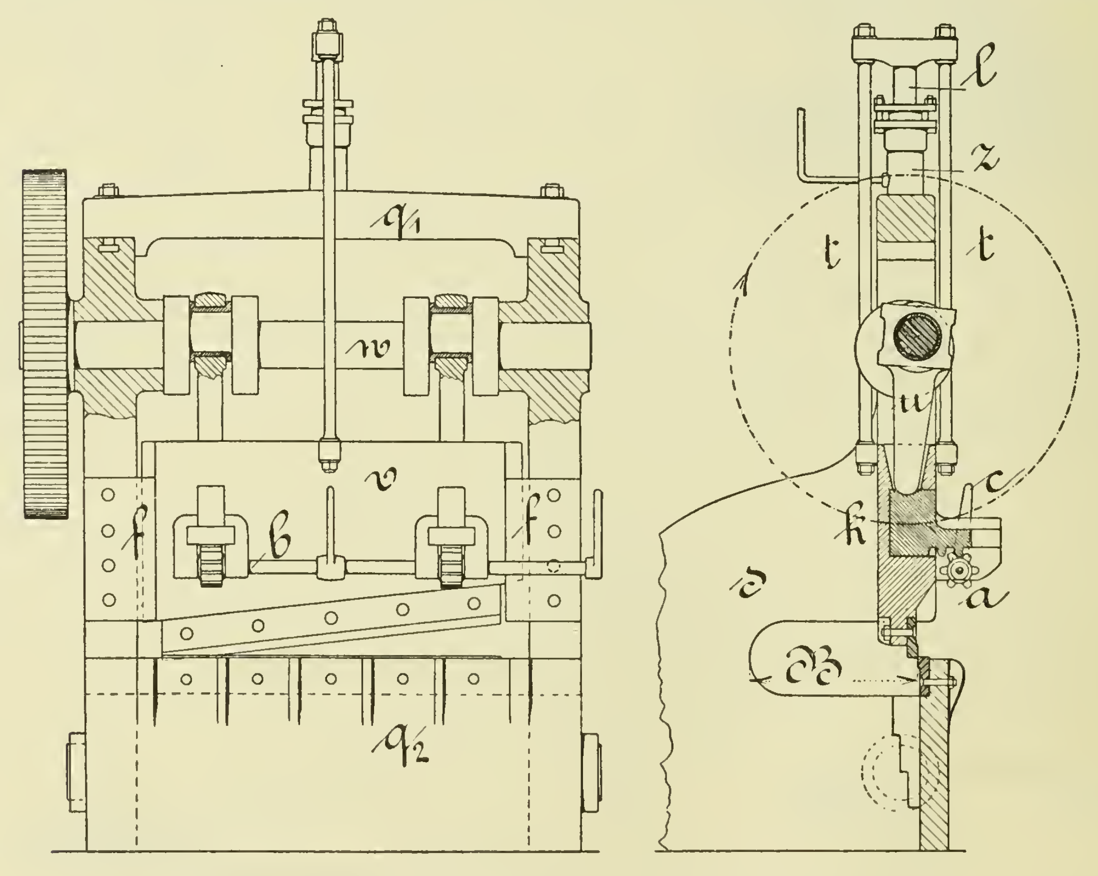


Fig. 246. Rahmenschere mit doppelt gekröpfter Welle.

und ist an q_2 mit versenkten Schrauben befestigt; das obere hat eine um $3\frac{1}{2}$—7^0 geneigte Schneide und ist an den Schieber v angeschraubt, der in Führungen f gleitet. Das Niedergehen bewirkt eine doppelt gekröpfte Welle w, die von einem Zahnradvorgelege langsam gedreht wird und mittels der zwei Schubstangen oder Drücker u auf die zwei Druckklötzchen k drückt. Letztere sind behufs Stillstellens des

Schiebers an der Unterseite mit Zähnen versehen, in welche Zahnkolben *a* eingreifen, die auf der Welle *b* sitzen und mit einem der Handhebel *c* gedreht werden können, so daß man die Druckklötzchen herausbewegen und so aus dem Bereiche der Drücker bringen kann. Das Hinaufgehen des Schiebers *v* besorgt ein Tauchkolben *l*, der durch das im Zylinder *z* befindliche Druckwasser hinaufgedrückt wird und mit den zwei Zugstangen *t* den Schieber *v* mitnimmt. Mit dieser Schere können beliebig lange Blechstreifen von der Breite *B* geschnitten werden. Die Scherblätter sind 0·6—2·5 *m* lang.

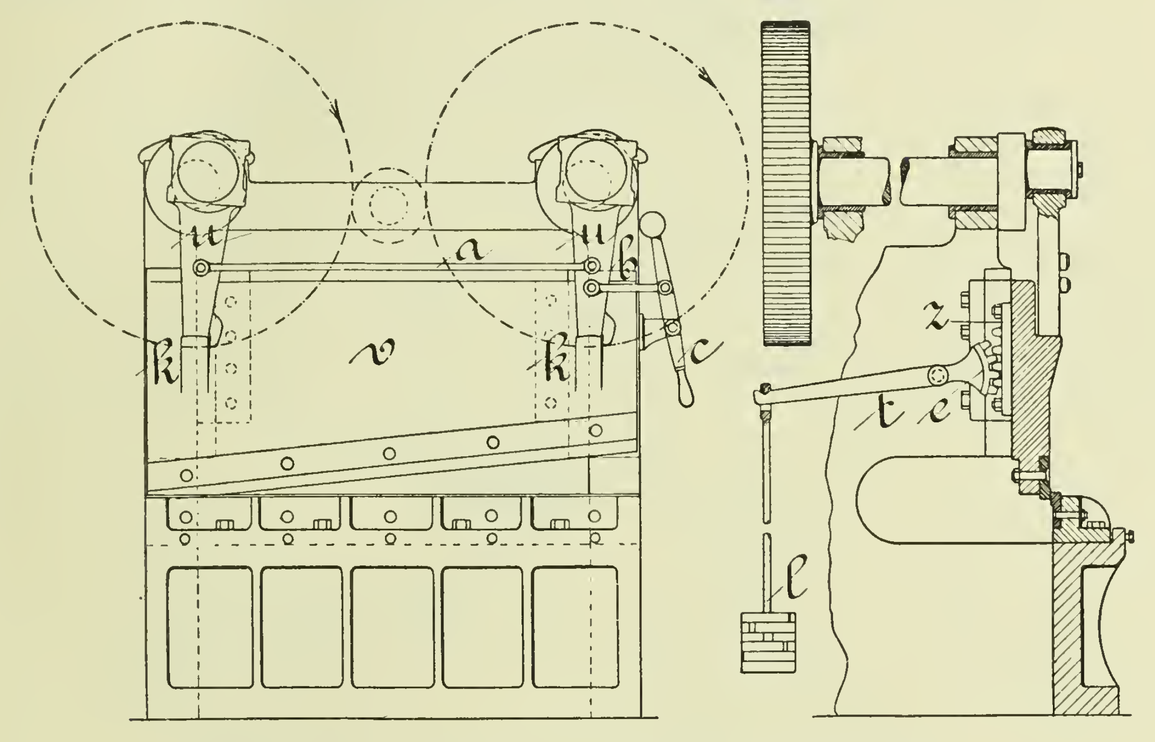


Fig. 247, 248. Rahmenschere mit zwei Exzenterwellen.

Eine andere Bauart einer Rahmenschere ist in Fig. 247 skizziert. Die beiden Druckstangen *u* werden von zwei exzentrischen Zapfen bewegt, deren jeder einer besonderen Welle angehört; sie drücken auf die Ansätze *k* am Schieber *v*. Das Ausrücken wird durch die Verbindungsstangen *a* und *b* und den Handhebel *c* in der Weise bewirkt, daß man die Druckstangen von den Ansätzen *k* weg nach rechts dreht. Das Hinaufgehen des Schiebers geschieht durch das Gewicht *l*, das an dem Hebel *t* hängt, der mit dem Zahnsegment *e* in die Zahnstange *z* am Schieber eingreift. Gegenüber der Bauart Fig. 246 sind hier die Scherblätter bei gleicher Gestellbreite länger.

Die Scher- und Lochmaschine, Fig. 249 und 250, findet man in sehr vielen Werkstätten. Von der Transmission wird mittels eines Riemens das Vorgelege *v* angetrieben, das ein Schwungrad *u* trägt; *v* treibt mit der Räderübersetzung $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$ die Hauptwelle *h*, die in dem

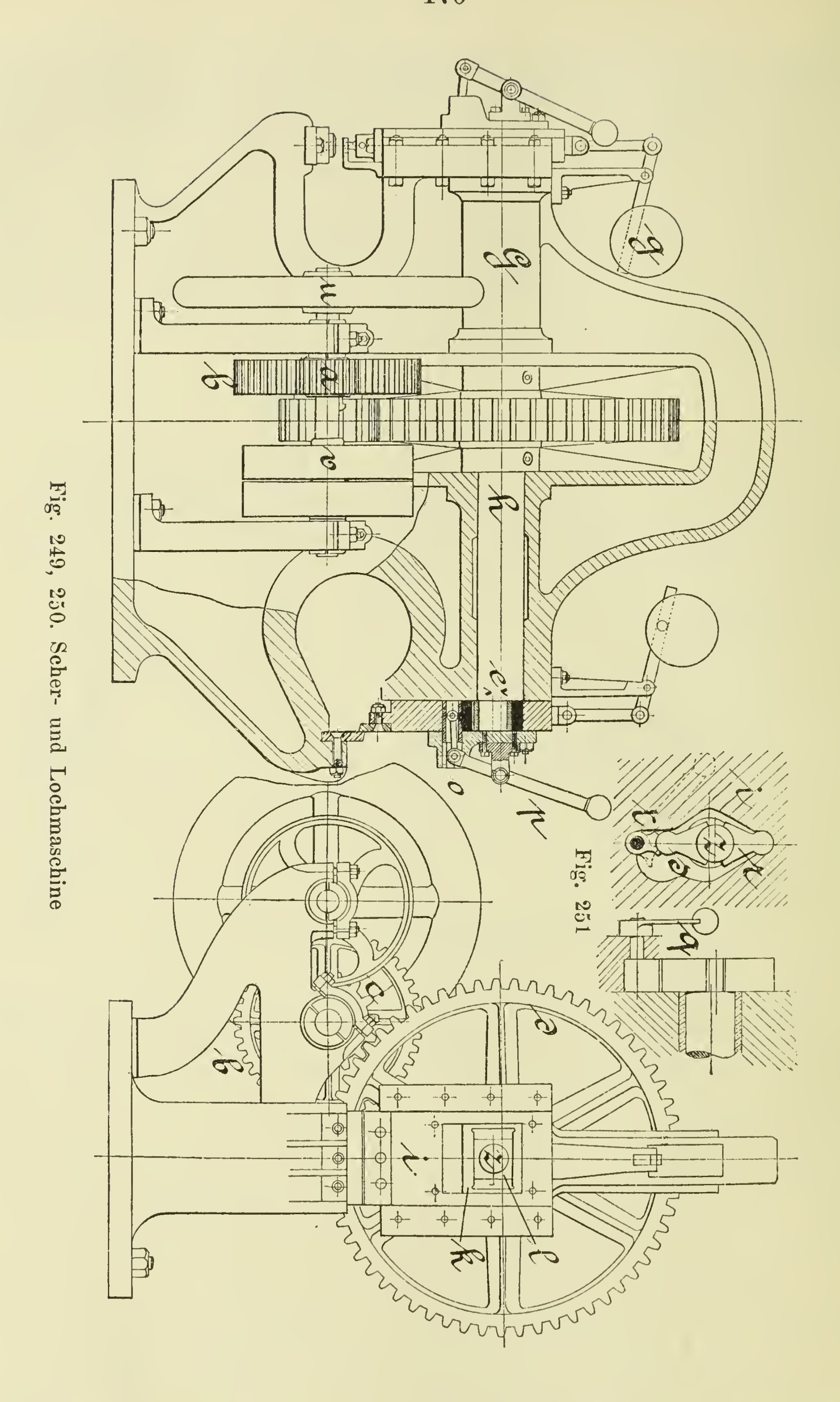


Fig. 249, 250. Scher- und Lochmaschine

Fig. 251

kräftigen Gestelle G gelagert ist. An den Enden von h sitzen exzentrische Zapfen z, die um 180° gegeneinander verstellt sind und die bei einer Drehung den Hub $2e$ vollführen. Jeder Zapfen trägt eine Lager-

büchse l, die in einer Kulisse k gleitet und den Schieber i auf und nieder bewegt, wenn das Druckstück o mittels des Handhebels p unter die Kulisse eingeschoben ist. Der eine Schieber trägt am unteren Ende einen Lochstempel, der andere ein Scherblatt. Das Schiebergewicht ist zuweilen durch Gegengewichte g ausgewogen.

Fig. 251 zeigt eine andere Abstellvorrichtung, bei welcher der exzentrische Zapfen z zwischen zwei Hebeln r und s läuft, wobei s mit dem Hebel t ein Knie bildet, das mit dem Handhebel q eingeknickt werden kann, wodurch der Schieber i zum Stillstand kommt.

3. Kreisscheren.

Verwandelt man die beiden Scherblätter in kreisförmige Scheiben die sich entgegengesetzt drehen (Fig. 252), so entsteht die Kreisschere, welche die Vorteile bietet, mit gleichbleibendem Scherwinkel ψ und stetig zu schneiden; sie läßt sich aber nur für dünne Bleche verwenden, da der Scheibendurchmesser mindestens 50mal so groß als die Dicke des zu schneidenden Bleches sein muß. Die beiden Wellen, welche die Schneidscheiben tragen, sind entweder parallel (I) oder zuein-

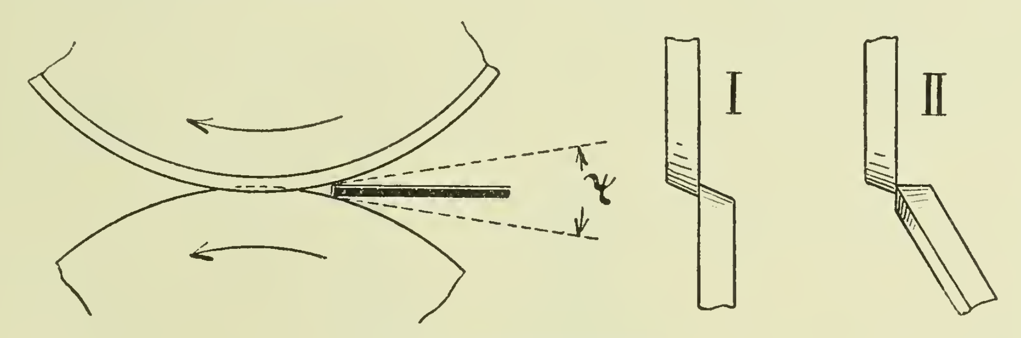
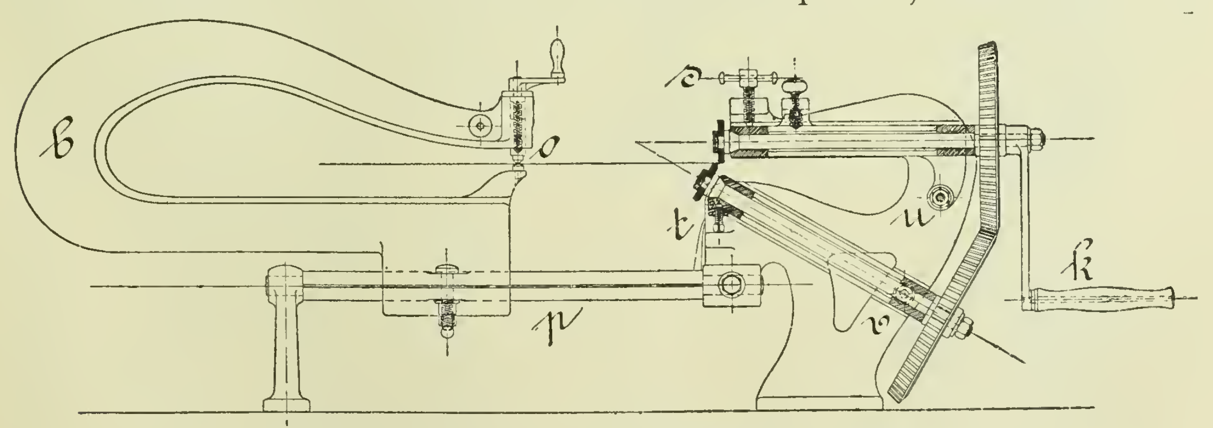


Fig. 252. Kreisschere.

ander geneigt (II). Fig. 253 zeigt eine solche Schere für Handbetrieb. Die Messerwellen werden mit der Kurbel k und zwei Zahnrädern gedreht. Die beiden Schneidscheiben lassen sich gegeneinander mit der kräftigen Druckschraube s und der Stellschraube t einstellen, indem hiebei die obere Welle um einen Zapfen u, die untere um


Fig. 253. Kreisschere von E. Kircheis in Aue i. S.

einen Zapfen *v* gedreht wird; beide Zapfen sind nahe der Eingriffsstelle der beiden Kegelräder angeordnet, damit letztere im richtigen Eingriff bleiben. Beim Ausschneiden runder Böden benützt man den Bügel *b*, der auf dem Prisma *p* in richtiger Stellung festgeklemmt wird. Dieser Bügel trägt einen niederschraubbaren Körner *o*, der die Blechscheibe in der Mitte faßt und festhält, so daß beim Schneiden eine kreisförmige Schnittlinie entsteht.

Infolge der Schrägstellung der unteren Schneidscheibe kann der abgeschnittene Rand ungehindert daran vorbeigehen, was bei der Anordnung Fig. 252 I nicht möglich wäre. Bringt man anstatt des Körners *o* ein Ovalwerk an, ähnlich wie es bei den Ovaldrehbänken angewendet wird, so lassen sich ovale Blechböden schneiden.

4. Lochmaschinen.

Die in Fig. 254 dargestellte Lochmaschine benützen die Monteure zum Lochen dicker Bleche, indem man damit eine bedeutende Kraft ausüben kann. Das Gußstahl-Gestell *G* trägt den Lochring *m*, der Lochstempel *e* ist in einem Schieber *S* mittels einer Klemmschraube festgeklemmt. Dieser Schieber *S* wird mit einem Kniehebel niedergedrückt, indem das Knie *t u r* vermittels der Hebel h_1 und h_2 geradegestreckt wird. An den Enden der Hebel h_1 und h_2 sind zylindrische Schraubenmuttern eingelassen, in welche die rechts- und linksgängige Schraube *s* eingeschraubt ist. Wird nun die Schraube mit dem Wendeeisen *w* gedreht, so geht der Lochstempel *e* langsam mit großer Kraft nieder, indem drei Übersetzungen ins Langsame vorhanden sind; die erste Übersetzung liegt im Wendeeisen, die zweite in der Schraube und die dritte im Kniehebel selbst.

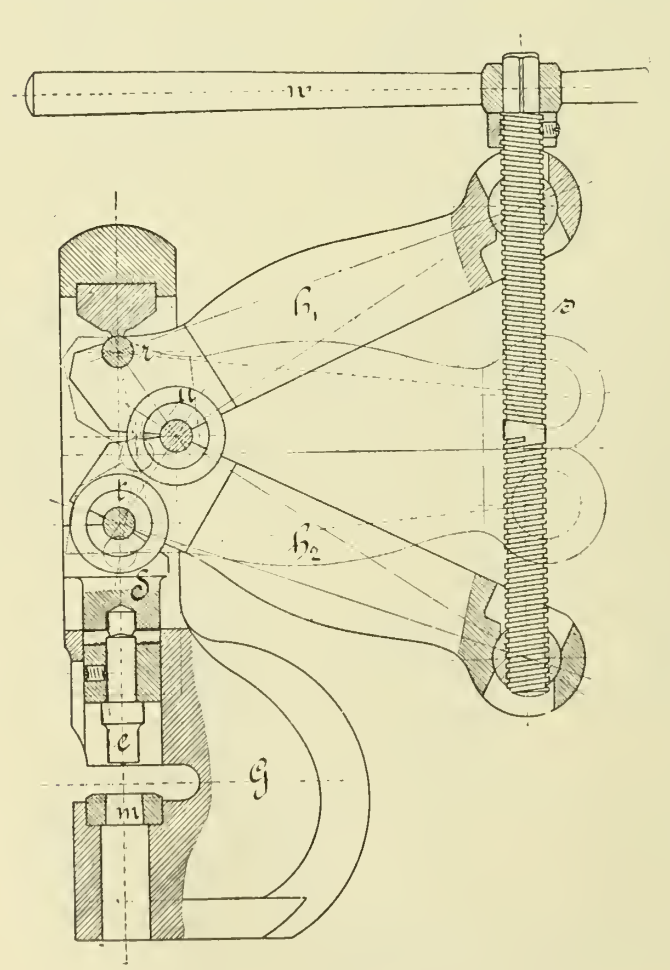


Fig. 254. Kniehebel-Lochpresse.

Eine andere Lochpresse für Handbetrieb zeigt Fig. 255. Der Ständer *G* trägt in der Abkröpfung unten den Lochring *r*, oben in dem Schieber oder Stößel *v* den Lochstempel *s*. (Vgl. auch Fig. 256.) Der Stößel *v* ist mit

Fig. 255. Exzenter-Lochmaschine für Handbetrieb.

Fig. 256. Exzenter-Lochmaschine für Handbetrieb.

dem Gelenkstück *g* und dem Bügel *b* an den Zapfen *c* angeschlossen, der in der Mitte einer starken Spindel *i* exzentrisch eingedreht ist. Die Spindel *i* trägt ein Klinkenrad *k*, das bei kleinem Kraftbedarf mittels der Klinke *m* durch Schwingen des Handhebels *n* oder bei großem Kraftbedarf mittels der Klinke *o* durch Schwingen des Handhebels *q* gedreht wird. Der Hebel *q* greift mit einem Zapfen *z* in einen Schlitz des Hebels *p*, der erst die Klinke *o* trägt, und es ist somit eine doppelte Hebelübersetzung vorhanden. *t* wirkt als Gegenklinke, die beiden Flacheisen *a* als Abstreifer. Bei einer Exzentrizität $e = 11$ *mm* und $1^3/_4$ *m* langem Hebel *q* kann man 25 *mm* weite Löcher in 10 *mm* starkem Bleche herstellen.

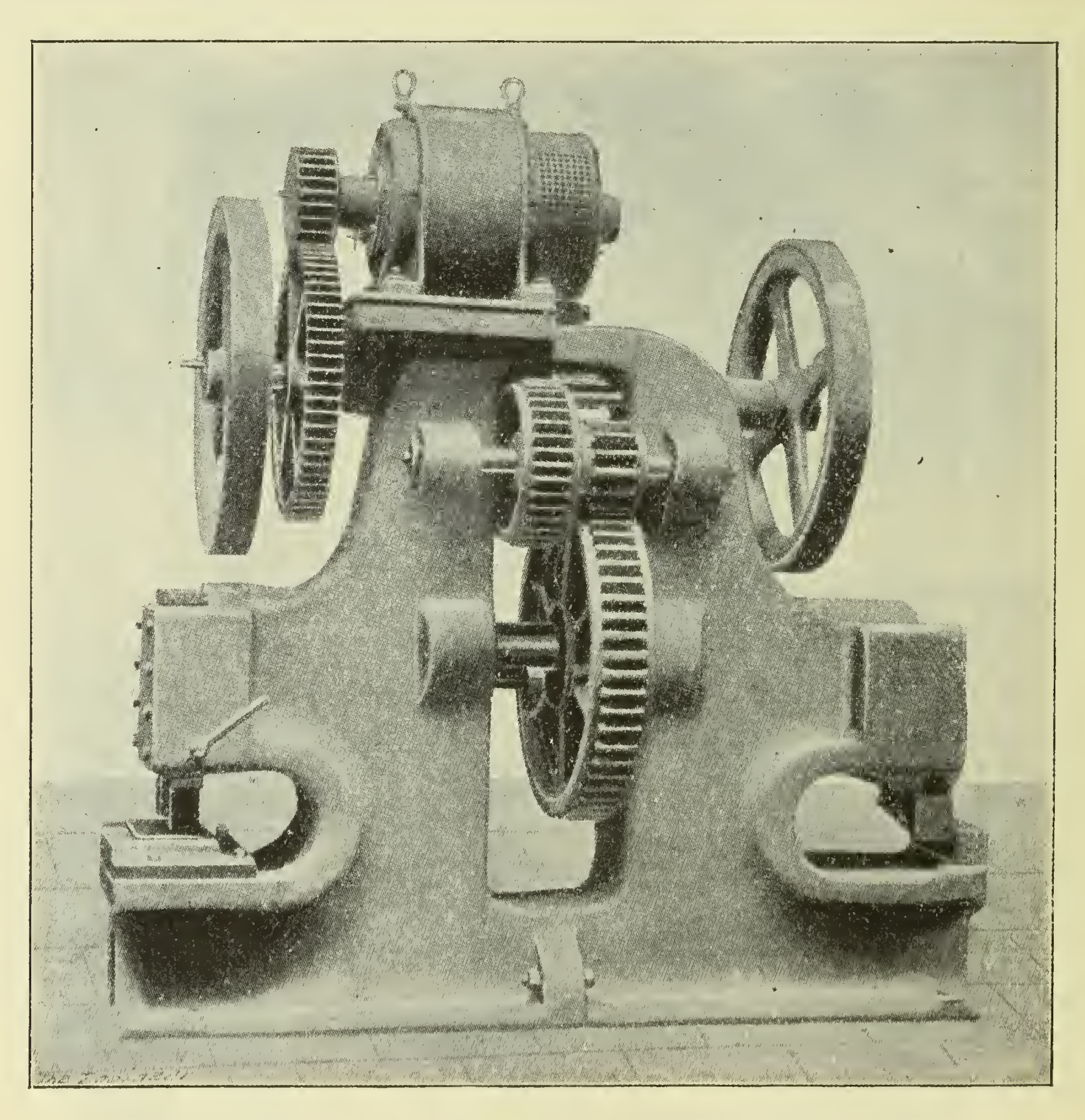


Fig. 257. Scher- und Lochmaschine mit elektrischem Antrieb.

Eine etwas andere Bauart zeigt Fig. 256. Das halbe Klinkenrad *k* ist auf der Spindel *i* befestigt und der Hebel *p* kann bei kleinem Kraftbedarf mit der Kupplungsschraube *l* gekuppelt werden, indem sie durch die Öffnung *m* hindurchgesteckt und mit dem Kopfe in die

Einkerbung n eingelegt wird. Bei großem Kraftbedarfe wird die Bewegung vom Handhebel p über die Zahnsegmente t und u auf die Klinke w übertragen, welche das Klinkenrad k ruckweise weiterdreht. Anstatt einer Gegenklinke ist hier ein schwacher Handhebel x angeordnet, mit dem man auch das Klinkenrad schnell bis zum Aufsetzen des Lochstempels weiterdrehen kann.

Eine elektrisch betriebene Scher- und Lochmaschine ist in Fig. 257 dargestellt; auf einer Seite kann man Bleche von 23 *mm* Dicke und 200 *mm* Breite durchscheren, auf der anderen Seite verschieden geformte Löcher bis zu 200 *mm* Durchmesser herstellen. Der Stößel des Lochstempels ist mit einer verbesserten, vorteilhaft seitlich angeordneten Abstellvorrichtung versehen. Der Elektromotor treibt mit einem Rohhautkolben ein geschnittenes Zahnrad auf der Schwungradwelle; von da wird mit zweifacher Übersetzung die Hauptwelle angetrieben. Die Zähne der letzteren vier Räder haben bis zur halben Zahnhöhe reichende Bordscheiben, damit sie nicht so leicht brechen.

III. Schneidende, durch Schlagwirkung betätigte Werkzeuge.

1. Meißel der Metallarbeiter, Hauer.

Um mit Handwerkzeugen einen Span zu nehmen oder ein Werkstück zu zerteilen, muß an der Schneidkante gewöhnlich ein so großer Druck wirken, daß hiezu die menschliche Muskelkraft nicht genügt, sondern zumeist die Schlagwirkung eines Hammers zu Hilfe genommen werden muß; solche Werkzeuge werden mit der linken Hand fest-

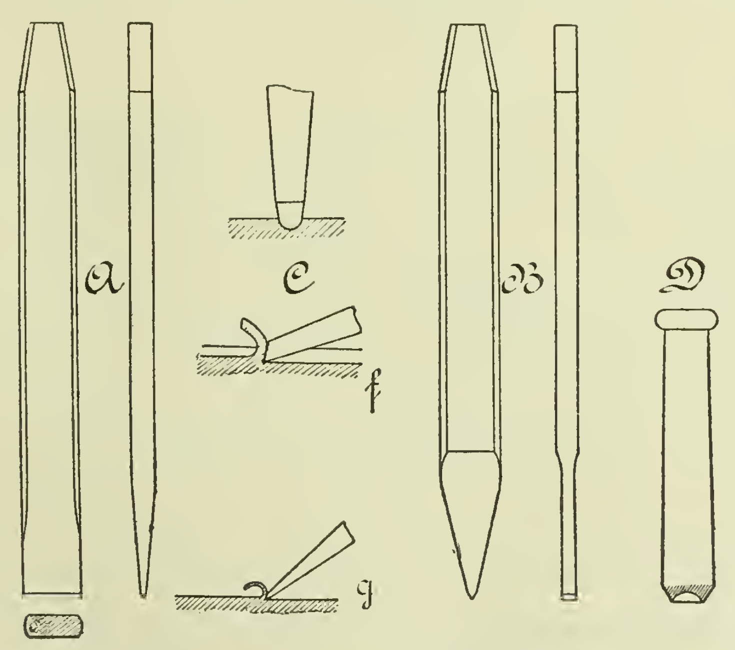


Fig. 258. *A* Flachmeißel, *B* Kreuzmeißel, *C* Nutenmeißel, *D* Hauer.

gehalten, während die rechte Hand den Hammer führt; bei manchen ist der Hammerkopf selbst mit einer Schneide ausgestattet. Der gewöhnliche Meißel des Metallarbeiters ist aus einem Stücke Meißelstahl hergestellt, indem er an einer Seite keilförmig gestaltet und unter einem Winkel von 45 bis 70° zugeschliffen wurde. Ist die Schneide breit, so heißt das Werkzeug Flachmeißel (Fig. 258 *A*). Zum Auskreuzen von Keilnuten dient der Kreuzmeißel *B*, für die Nuten der Nutenmeißel *C*. Der Meißel wird in der gezeichneten Stellung *f* und *g* auf das Werkstück schräg so aufgesetzt und mit dem Hammer daraufgeschlagen, daß die Schneide in bestimmter Tiefe vordringt. Beim Hauer oder Ausschlageisen *D* hat die Schneide die Form einer in sich geschlossenen Kurve; er dient dazu, in dünnem Bleche Löcher bis zu 50 *mm* Durchmesser herzustellen. Das Blech liegt hiebei auf einer Bleiunterlage.

2. Stemm- und Stechzeug der Holzarbeiter, Dübeleisen.

Die Meißel der Holzarbeiter (Fig. 259) sind an der Schneide unter einem Winkel von 18 bis 35° zugeschliffen und die Klinge *a* ist durch die Angel *b* mit einem hölzernen Hefte *c* verbunden. Man unterscheidet nach der verschiedenen Form der Klinge und Schneide:

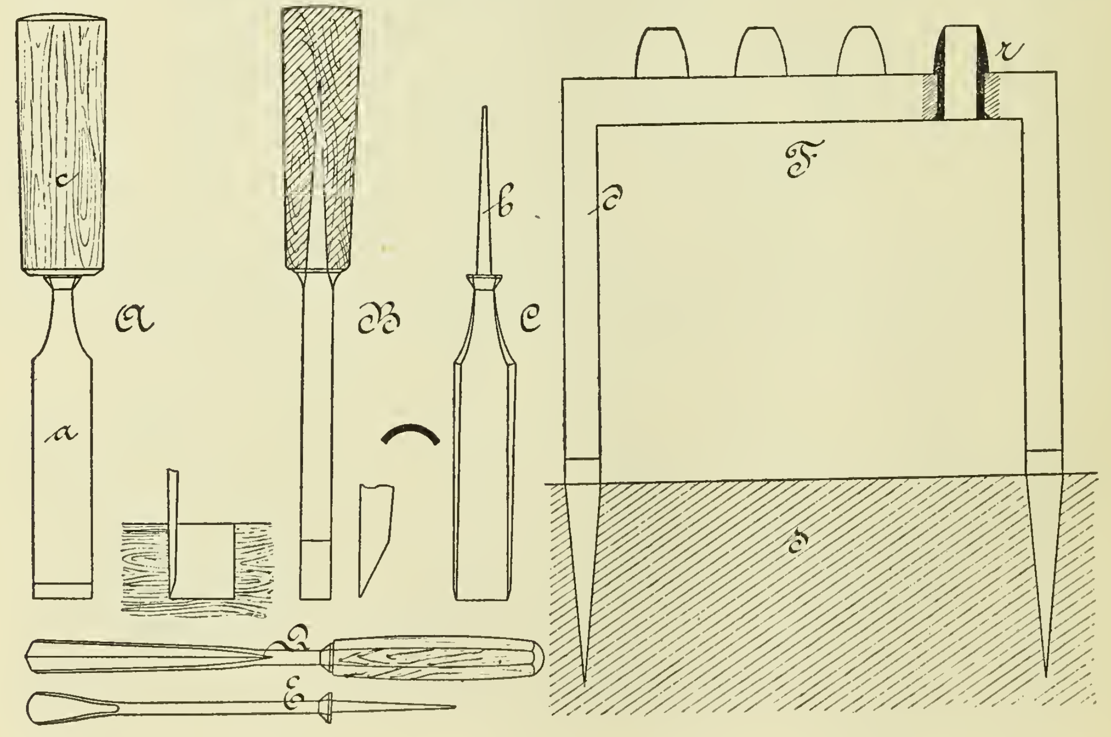


Fig. 259. *A* Stechbeitel, *B* Lochbeitel, *C* Hohleisen, *D* Geißfuß, *E* kurzgebogenes Hohleisen, *F* Dübeleisen.

Fig. 259 *A* den Stechbeitel; die Schneide ist einseitig angeschliffen (einballig), um die ebenen Seitenflächen von Zapfenlöchern etc. genau herstellen zu können. Der Lochbeitel *B* hat eine starke Klinge mit schmaler Schneide, und dient zum Ausstemmen von Zapfen-

löchern. Das Hohleisen *C* hat eine rinnenartige Klinge, der Geißfuß *D* zwei rechtwinklig zueinander stehende Schneiden. Letzterer, sowie das löffelartig geformte Hohleisen *E* werden u. a. auch vom Holzbildhauer benützt. Das Dübeleisen *F* dient zur Erzeugung der Holzdübel; man setzt entsprechend lang geschnittenes Holz mit der Hirnfläche auf die oben zugeschärften Stahlröhrchen *r* und schlägt es hinein.

Als Hammer benützen die Tischler etc. den hölzernen Schlegel oder Knipfel Fig. 260, der auch mit Leder überzogen sein kann; ein eiserner Hammer würde die Holzhefte zu schnell zerschlagen.

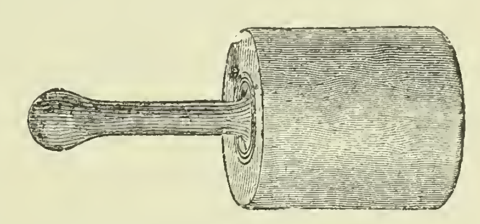


Fig. 260. Knipfel.

3. Axt, Beil, Texel.

Manche schneidende Werkzeuge werden hammerartig ausgestaltet und mit einem Stiele versehen; sie lassen sich wie ein Hammer schwingen und besitzen beim Auftreffen auf das Werkstück in sich selbst die zum Eintreiben erforderliche lebendige Kraft.

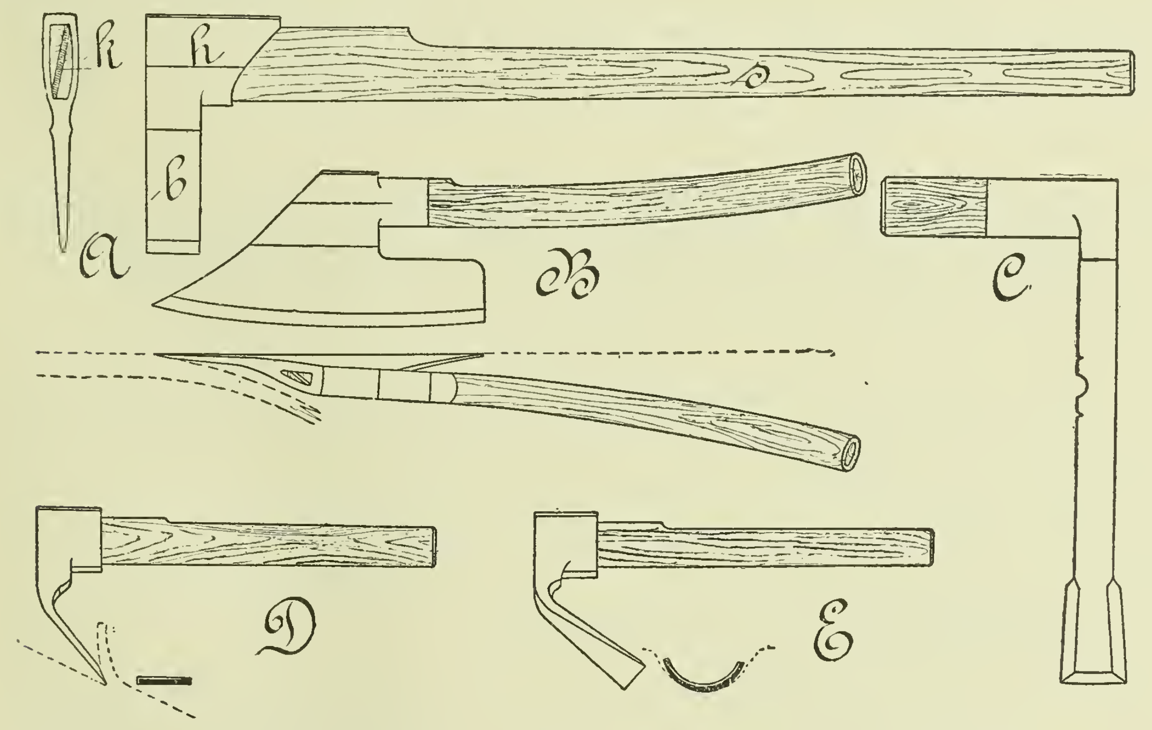


Fig. 261. *A* Axt, *B* Zimmerbeil, *C* Stoßaxt, *D* Gerades Texel, *E* Gerinntexel.

Die Axt Fig. 261 *A* hat ein langes, schmales Blatt *b*, an das unten eine zweiballige Schneide angeschliffen ist und an das sich oben eine Haube *h* (Ohr, Haus) anschließt, in welcher ein langer Stiel *s* aus zähem Holze eingetrieben und mit einem Keile *k* befestigt ist.

Das Zimmerbeil *B* hat eine lange, einballig geschliffene Schneide. Es dient in der gezeichneten Form insbesondere zum Ab-

schwarten der rohen Holzklötzer, weshalb die Haube samt dem Stiele schräg gestellt ist; hiedurch kommt der Zimmermann beim Behauen der Seitenflächen des rohen Baumstammes nicht in Gefahr, sich seine Hände zu verletzen.

Die Stoßaxt *C* benützt der Zimmermann zum Ausarbeiten von Zapfenlöchern in Balken, indem er mit der rechten Hand die Haube, mit der linken das Blatt hält und so die Axt vorstößt.

Die Texel *D* und *E* haben eine zum Stiele quer gestellte Schneide, um in besonderen Fällen, z. B. bei der Bearbeitung hölzerner Schiffswandungen oder Rinnen verwendet zu werden.

Die Entwicklung der verschiedenen Formen der Werkzeuge läßt sich vielfach nach dem von Hartig erkannten Gesetze vom Gebrauchswechsel erklären, indem der Mensch jedes Werkzeug versuchsweise zu verschiedenem Gebrauche verwendet, hiebei Erfahrungen sammelt und, letztere benützend, die Anpassung, beziehungsweise Umformung des Werkzeuges für den besonderen Zweck vornimmt.

So entstand aus der Urform der Axt, aus dem Steinmeißel, die gebohrte Steinaxt und daraus erst die aus Eisen und Stahl hergestellte. Aus der Axt entwickelte sich die eigentümlich geformte Stoßaxt, ferner das Beil und das Texel.

IV. Schneidende, durch Druck oder Zug betätigte Werkzeuge und deren Werkzeugmaschinen.

1. Messer.

Zum Abnehmen feiner Späne dient das gewöhnliche Messer mit kurzem Griffe und der Schnitzer (Fig. 262), d. i. ein Messer mit einem langen Griffe, den sich der Arbeiter auf die Schulter legt, um einen kräftigeren Druck ausüben zu können.

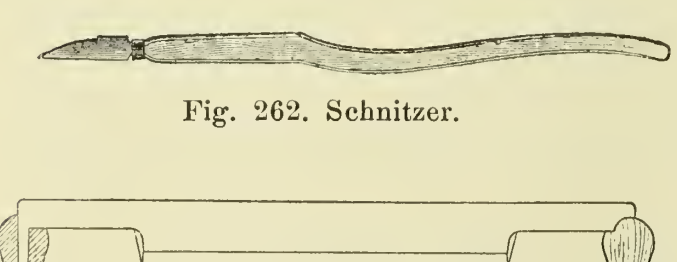


Fig. 262. Schnitzer.

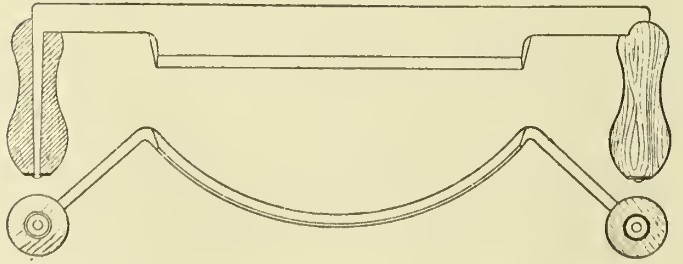


Fig. 263. Zugmesser.

Das Zugmesser, Reifmesser (Fig. 263) hat zwei Handhaben und eine gerade oder gebogene Schneide.

Die verschiedenen Formen der Zugmesser und Schnitzer lassen sich von dem gewöhnlichen Messer ableiten, letzteres vom Steinmesser.

2. Stichel.

Beim Gravieren und Ziselieren werden nur feine Späne abgehoben, es genügt daher der Druck der Hand, um das hierbei verwendete Werkzeug, den Stichel (Fig. 264), vorzuschieben; die Brustfläche zeigt hiebei die daneben gezeichneten Formen und man unterscheidet diesbezüglich Grab-, Rund-, Bolt-, Spitz-, Flachstichel u. s. w.

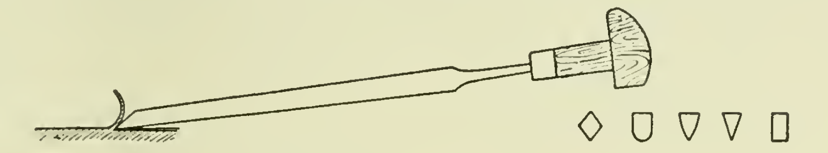


Fig. 264. Stichel.

3. Hobel.

Zur Herstellung vollkommen ebener Flächen oder gerader Stäbe und Leisten sind die bisher behandelten, aus freier Hand geführten Werkzeuge nicht brauchbar; zu dem Zwecke muß das Werkzeug eine feste Führung erhalten, so daß seine Bewegungen zwangsläufig in einer bestimmten Bahn erfolgen. Wird bei der Bearbeitung eines Werkstückes ein Meißel in fester Führung über die zu bearbeitende Fläche hinweggeführt und hiebei ein Span abgehoben, so wird diese Arbeit Hobeln und das verwendete Werkzeug der Hobel genannt. Er wird zumeist für Holz, aber auch für weiche Metalle verwendet. Der in Fig. 265 dargestellte Schropphobel (Schurfhobel) für Holz besteht aus dem aus Weißbuchenholz hergestellten Hobelkasten *a* mit einem zum bequemen Fassen mit der linken Hand entsprechend geformten Horn *b*. Beiläufig in der Mitte ist das Spanloch *c*, in dem das Hobeleisen *d* mit dem Holzkeil *e* so befestigt ist, daß es mit de gekrümmten Schneide aus der unteren Fläche des Hobelkastens — der Sohle — etwas hervorragt. Das Hobeleisen ist tatsächlich aus zähem Eisen hergestellt, damit hiedurch das Ausbrechen größerer Stücke verhindert wird; nur vorn an der Schneide ist eine dünne Stahlplatte aufgeschweißt. Der Schneidwinkel ist 45°, der Anstellwinkel 10—15°. Die Schneide ist bogenförmig gekrümmt, da dieser Hobel zum Schroppen, d. i. zum Abnehmen eines groben Spanes dient und dieser von dem Werkstück auch seitwärts vollkommen abgelöst werden muß, wenn er ohne Stockung frei durch das Spanloch abfließen soll. Die behobelte Fläche erscheint infolge der gebogenen Schneide wellig, wie bei *Q* gezeichnet, und sie bedarf somit noch einer Nacharbeit mit dem Schlichthobel, der ein Hobeleisen mit gerade Schneide hat (Fig. 265 *f*). Mit dem einfachen Schlichthobel kann man keine ganz

glatten Flächen herstellen, da das Holz faserig ist und leicht spaltet. Laufen nämlich die Fasern in der Schnittrichtung nach einwärts, wie es unter *L* gezeichnet ist, so bricht der Holzspan tiefer heraus, als das Hobeleisen eindringt, und die behobelte Fläche erscheint zackig rauh. Dieser Übelstand wird beseitigt, wenn auf das Hobeleisen eine Deckplatte oder Klappe *k* (Fig. 266) aufgelegt wird, die etwa ein Millimeter von der Schneide zurücksteht und dort mit einer $^1/_2$ *mm* breiten, zum Hobeleisen senkrecht stehenden Fläche endet. Wenn nun der Span abfließt, stößt er an die Klappe an und bricht, es wird ihm somit die Federkraft genommen und er kann tieferliegende Holz-

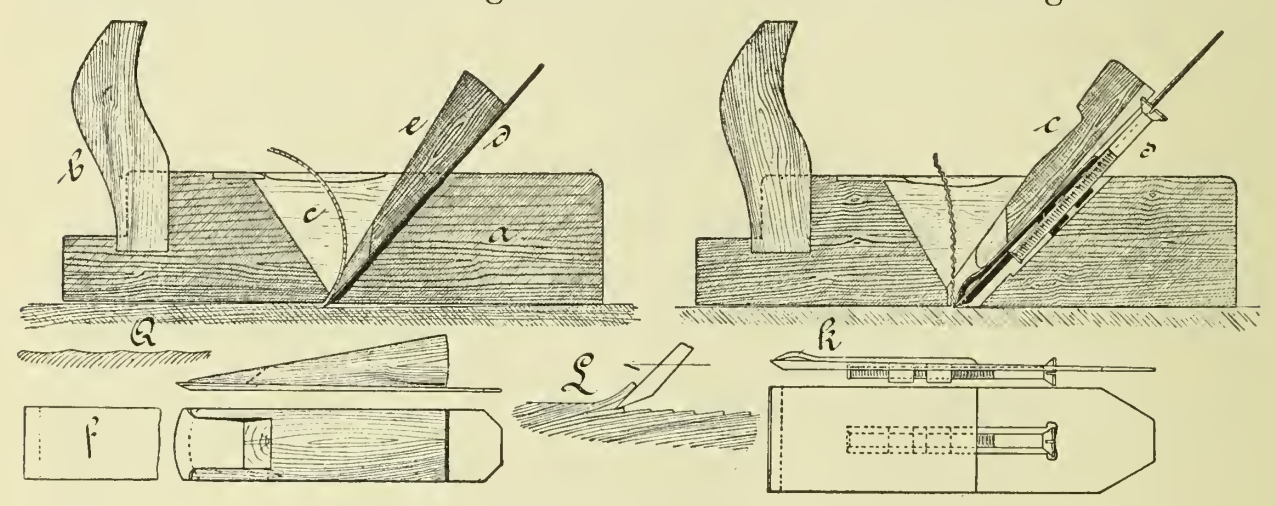


Fig. 265, 266. Schropp- und Schlichthobel.

fasern nicht mehr mit herausbrechen. Die Klappe läßt sich mit einer Schraube *s*, die sich in einen Schlitz des Hobeleisens einlegt, verstellen und der Keil *e* hält sie fest nieder. Das Eisen heißt Doppeleisen und der Hobel Doppelhobel.

Ist die zu bearbeitende Fläche konvex oder konkav gekrümmt, so kann man sie mit dem Schiffhobel abhobeln. Der in Fig. 267 gezeichnete, verstellbare Schiffhobel ist ganz aus Eisen und Stahl hergestellt. Die Hobelsohle wird von zwei Stahlplatten gebildet, die am Spanloch an dem Messerhalter *m* angenietet und bei *a* und *b* mit zwei Gelenkstücken an dem gußeisernen Hobelkasten *k* angeschlossen sind. Der Messerhalter *m* kann nun samt dem Hobelmesser und der Sohle mit der Schraube *s* gehoben und gesenkt werden, indem man die Mutter *t*, die in einem Querstück *q* des Hobelkastens *k* ihre Stütze findet, mittels des rändrierten Knopfes dreht. Hat man die Hobelsohle richtig eingestellt, dann wird die Mutter *t* mit der Klemmschraube *u* festgeklemmt. Das Hobeleisen *c* trägt die Klappe *d*, die mit der Schraube *e* festgeklemmt werden kann. Durch Drehen der Mutter *f*, die sich hierbei auf der feststehenden Schraube *g* verschiebt, wird der kleine Hebel *h* verdreht, der mit seinem freien Ende in eine Öffnung *i*

der Klappe *d* eingreift und hiedurch die letztere samt dem Hobelmesser verstellt, so daß es etwa $^1/_4$—$^1/_2$ *mm* aus der Hobelsohle hervorragt. Nachher wird die Klemmplatte *l* so aufgeschoben, daß sich in dem Langschlitz *n* die Schraube *o* mit ihrem halbrunden Kopfe festhakt. Dann wird der Umleghebel *r* in die gezeichnete Stellung umgelegt, hiemit das Hobeleisen kräftig niedergedrückt und festgehalten. Ein unter dem Hobeleisen angeordneter Hebel *z* dient zum Verdrehen desselben, damit die Schneidkante aus der Hobelsohle gleichweit vorsteht.

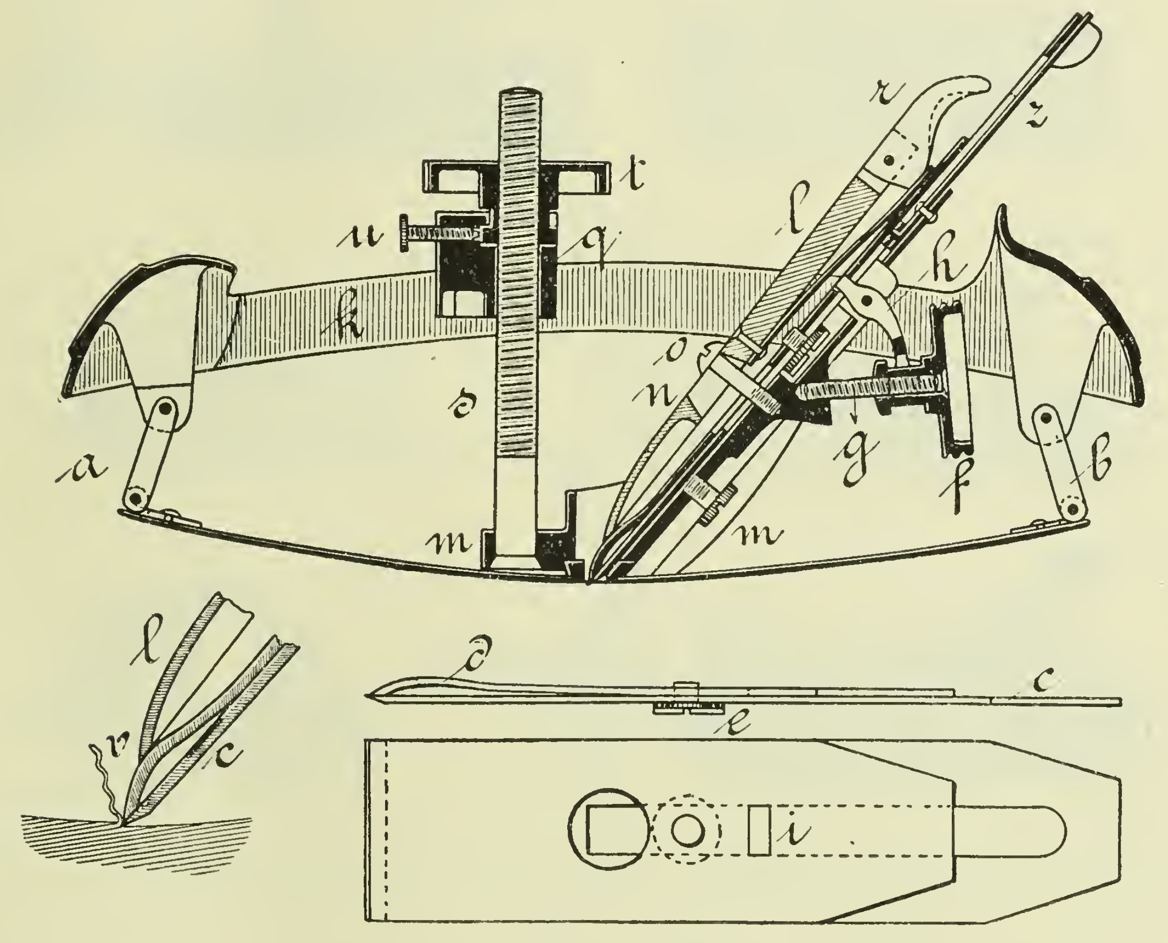


Fig. 267. Schiffhobel von Stanley.

Bei harzreichem Holze haben eiserne Hobel gegenüber hölzernen den Nachteil, daß das Harz an der Sohle sich fester ansetzt. Dagegen muß beim hölzernen Hobel die Sohle, da sie sich ungleich abnützt, nach einiger Zeit wieder neu geebnet werden.

Andere Hobelformen zeigt Fig. 268. Ist in einer Holzfläche eine breite, rechteckige Nut einzuhobeln, dann darf der Hobelkasten nicht breiter als das Messer sein, und man nennt solche Hobel Gesimshobel (*A*); nach oben zu ist das Messer schmäler und mit einem Keile befestigt. Das Spanloch ist seitlich.

Der Falzhobel mit Vorschneider *B* dient dazu, am Rande eines Brettes einen rechteckigen Absatz, einen Falz, anzuhobeln. Wenn

quer zu den Fasern gehobelt wird, stattet man die Gesims- und Falzhobel mit einem Vorschneidezahn aus; dieser ist ein flaches Stahlstäbchen mit einer messerartigen Spitze, das seitlich am Hobelkasten so befestigt wird, daß die Spitze etwas über die Hobelsohle vorsteht, damit beim Hobeln die Fasern glatt durchgeschnitten werden, ehe das Hobelmesser den Span abhebt.

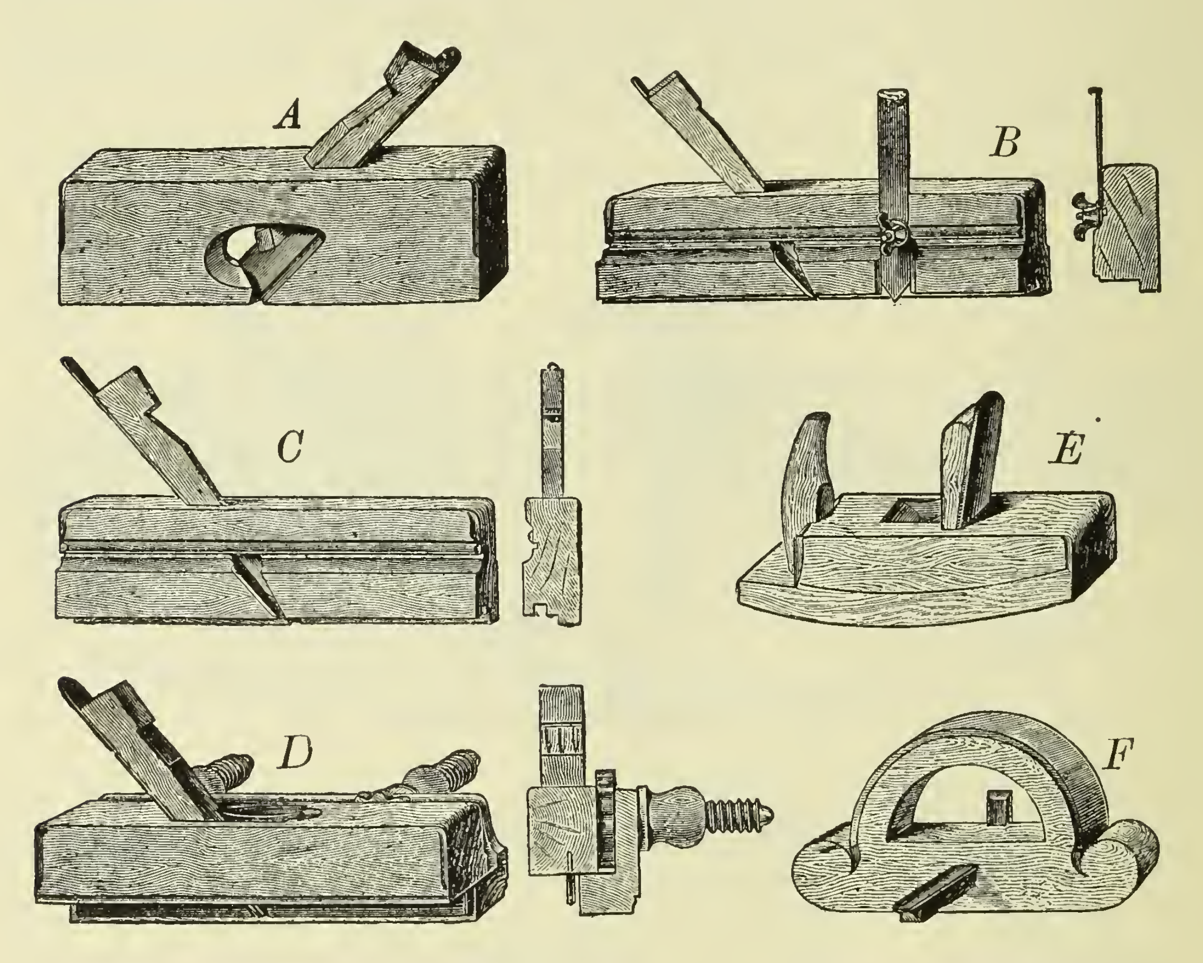


Fig. 268. *A* Schräger Simshobel, *B* Falzhobel mit Vorschneider, *C* Federhobel, *D* Nuthobel, verstellbar, *E* Zahn-Schiffhobel, *F* Grundhobel.

Sind Holzbretter mit Feder und Nut zu versehen, so benützt man den Federhobel *C* und den Nuthobel *D*. Der erstere ist wie ein Falzhobel, nur hat die Sohle und das Messer einen der Feder entsprechenden Einschnitt. Der Nuthobel *D* hat ein schmales, der Nutbreite entsprechendes Messer. Vor und hinter dem Hobeleisen ist zur Führung eine vortretende Eisenschiene in der Sohle befestigt und seitwärts ein verstellbarer Anlauf angeordnet.

Der Zahnschiffhobel *E* hat eine konvexe Sohle und ein gezahntes, steilsgestelltes Hobeleisen. Die hiemit überhobelten Holzflächen zeigen feine Riefelungen, sind also aufgerauht; man macht dies, wenn Holzstücke verleimt werden sollen, damit der Leim besser haftet.

Der Grundhobel *F* dient zum Ausstoßen der mit der Gratsäge vorgeschnittenen Nuten; das Hobeleisen steht daher über die Hobelsohle entsprechend weit vor.

Der Zieh- oder Schabhobel (Fig. 269) dient zum Nacharbeiten beliebig gekrümmter Kanten und Schweifungen, die mit der Säge roh vorgeschnitten wurden; er wird neuerer Zeit von Tischlern viel verwendet. Das Hobeleisen wird mit einer aufgelegten Klappe und einer Schraube festgestellt. Zu beiden Seiten des kurzen Hobelkastens sind zwei Handgriffe angegossen.

Der Metallhobel hat einen ganz eisernen Hobelkasten und ein steilgestelltes, wie ein Zahneisen oder ein schmales Schruppeisen gestaltetes Hobeleisen.

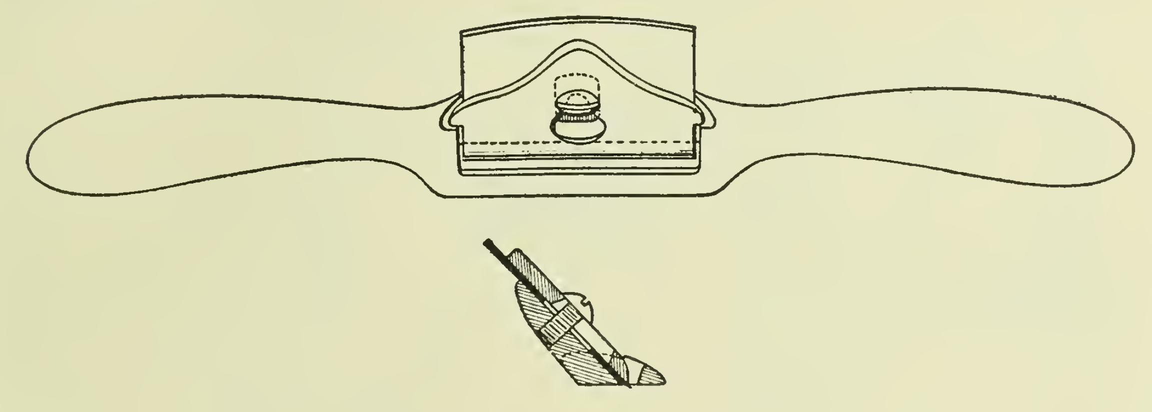


Fig. 269. Zieh- oder Schabhobel.

4. Hobelmaschinen.

Diese wie alle anderen spanabhebenden Werkzeugmaschinen besitzen ein schneidendes Werkzeug, das Späne von $^1/_4$ bis 5 *mm* Dicke abhebt. Nachdem beim Hobeln ein Span genommen wurde, muß entweder das Werkstück oder der Hobelstahl eine der Spandicke entsprechende Seitenbewegung, die sogenannte Schaltbewegung oder Zuschiebebewegung machen. Die Bewegung beim Spanabheben, die Arbeitsbewegung, wechselt beim Hobeln mit der Rücklaufbewegung ab und man macht die Rücklaufgeschwindigkeit 3—4mal so schnell als die Arbeitsbewegung, um nicht zu viel Zeit zu verlieren.

Eine kleine Hobelmaschine, eine sogenannte Feilmaschine (Shaping-M.) zeigt Fig. 270. In einem Hohlgußgestell *G* ist eine Spindel gelagert, die durch eine dreistufige Scheibe *a* gedreht wird. Mit dem Räderpaar *b c* wird die Bewegung auf eine Kurbelscheibe *d* übertragen, an welcher der Zapfen *e* entsprechend weit vom Mittel befestigt ist. Diesen Zapfen umschließt eine viereckige Lagerbüchse (Kulissenstein), die in einen Rahmenhebel *f* (Kulissenhebel) eingreift

und ihn bei der Drehung in schwingende Bewegung bringt. Die Schubstange *g* überträgt diese Bewegung auf den Stößel oder Stoß *i*, der in einer geschlossenen Prismenführung *k* auf der oberen Fläche des Gestelles gerade geführt wird. Vorn am Stoße ist eine um einen Zapfen drehbare Platte *l* mit zwei Schrauben befestigt; auf diesem „Drehteil" ist mittels der Schraube *p* der Vertikalschieber *m* verstellbar. Auf letzterem ist noch eine drehbare Platte *n* festgeschraubt und auf *n* endlich die Klappe *o* um einen wagrechten Zapfen drehbar angeordnet. In der Klappe ist eine senkrechte Öffnung, durch die der Hobelstahl durchgesteckt und mit zwei Klemmschrauben festgeklemmt wird. Die Klappe ermöglicht es, daß sich der Hobelstahl beim Rückgange des Stößels vom Arbeitsstück abhebt, die Schneide sohin nicht abbricht. Auf der Konsole *q* ist der Aufspanntisch *t* in einer geschlossenen Prismenführung mit der Schraube *u* verschiebbar angeordnet. Die Konsole *q* läßt sich mit der Schraube *r* durch Drehen der Mutter *s* höher und tiefer stellen. Der Stößel *i* kann nach dem Lösen der Schraube *h* weiter vor- oder zurückgestellt werden, wie es das Arbeitsstück verlangt, ebenso läßt sich der Hub durch Verstellen des Kurbelzapfens *e* einstellen.

Fig. 270. Feilmaschine.

Die Schaltbewegung kann man entweder vom Arbeitsstück oder vom Hobelstahl ausführen lassen, je nachdem man mit der Schraube *u* das Arbeitsstück seitwärts, oder mit der Schraube *p* den Hobelstahl nach abwärts bewegt. Auf der Schraube *p* ist zu dem Zwecke ein Zahnrad festgekeilt, das mit einer Klinke selbsttätig weitergeklinkt wird; die gleiche Anordnung ist am vorstehenden Ende der Schraube *u*. Die Einstellung von Hand erfolgt mittels Handkurbeln, die man auf die Schraubenspindeln aufsteckt.

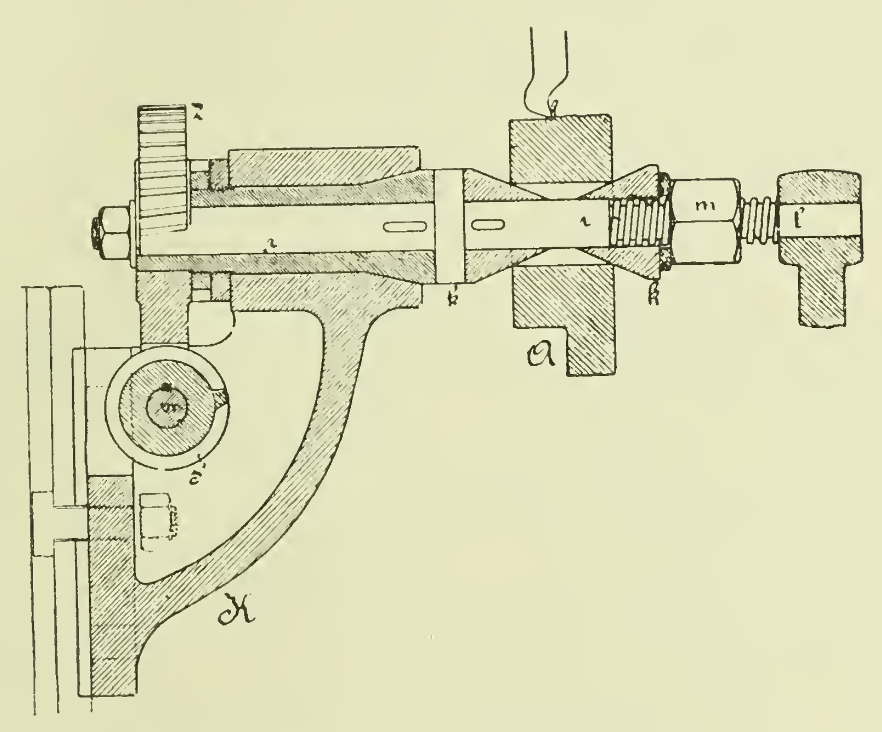


Fig. 271. Rundhobel-Vorrichtung.

Die Naben von Kurbeln und Hebeln lassen sich nicht abdrehen, weil der Kurbelarm dies verhindert, man kann sie aber auf der Feilmaschine rund hobeln. Zu dem Zwecke wird vorn am Gestell der Maschine nach Fig. 271 die Konsole *K* festgeschraubt, die eine Spindel *i* trägt, auf welcher zwischen zwei Kegeln *k* das Arbeitsstück *A* zentrisch festgeklemmt wird. Von der Welle *w* wird die ruckweise Schaltbewegung über die Schnecke *s*, das Schneckenrad *z* und die konisch und nachstellbar gelagerte Rohrwelle *r* auf *i* übertragen. Bei *l* wird die Spindel *i* noch durch ein Lager, das auf dem Tische steht, unterstützt.

B e i g r ö ß e r e n H o b e l m a s c h i n e n erhält der Tisch mit dem Werkstück die Arbeitsbewegung, aber nicht mehr von einer Kurbel aus, sondern mittels Zahnstange oder mittels Schraube. Fig. 272 zeigt die normale Anordnung einer solchen. Auf einem kräftigen Bette *b* ist der Tisch *c* in zwei Führungsgeleisen verschiebbar angeordnet. Die Verschiebung erfolgt hier mit einer unten am Tische

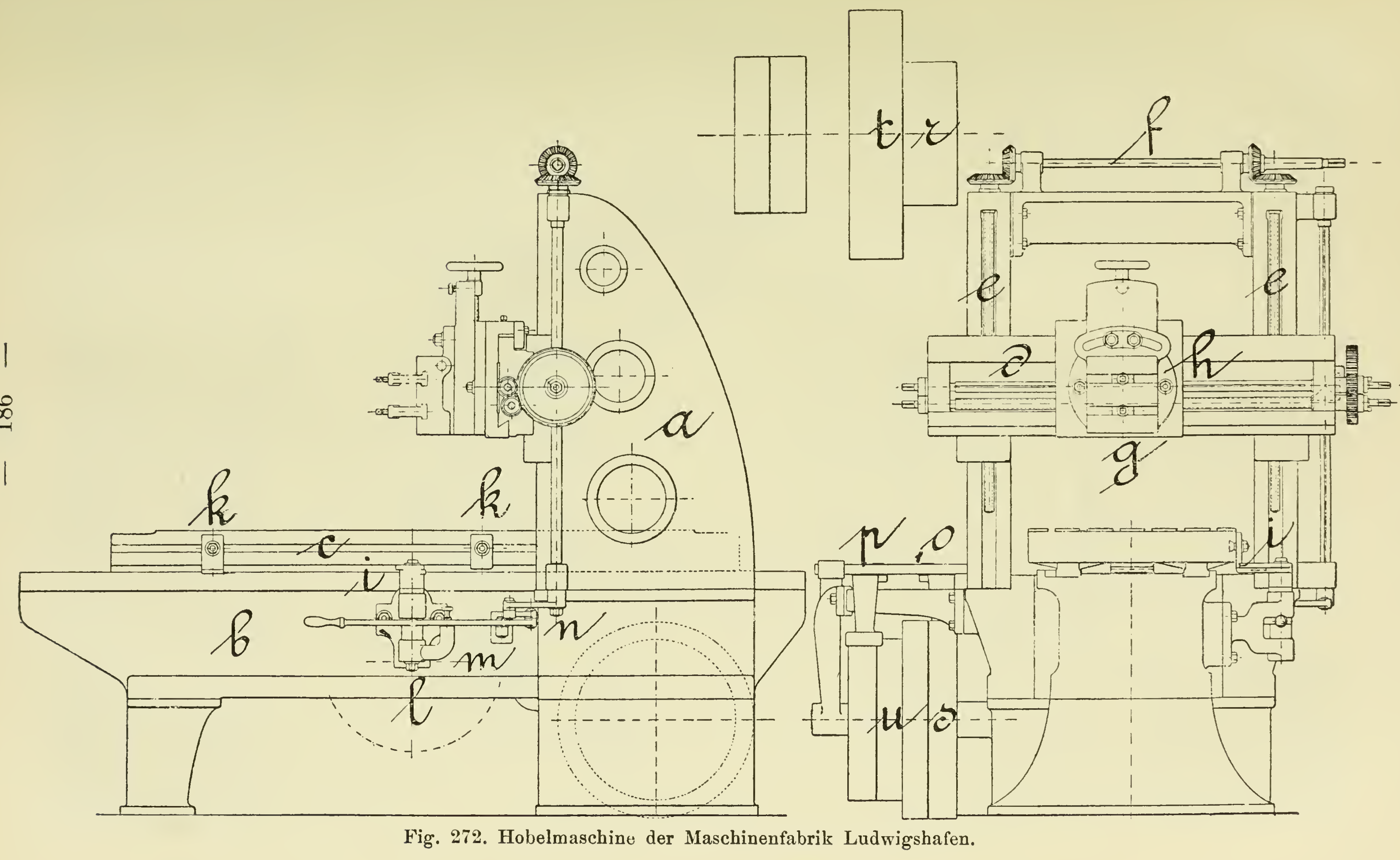


Fig. 272. Hobelmaschine der Maschinenfabrik Ludwigshafen.

befestigten Zahnstange, in welcher ein Zahnrad eingreift, das durch mehrere andere von einer der zwei seitlichen Riemenscheiben angetrieben wird, u. zw. dient die große Scheibe *s*, die von der kleinen Vorgelegscheibe *r* langsam gedreht wird, für den Schnitt- oder Arbeitsgang, die kleine Scheibe *u* dagegen, die von der großen Tischesscheibe *t* schnell gedreht wird, für den Rückgang des Werkstückes. Zu beiden Seiten des Bettes erheben sich zwei kräftige Seitenständer *a a*, die den Querträger *d* tragen, der sich mit den Schrauben *e e* höher und tiefer stellen läßt, wenn man die Spindel *f* mit einer Handkurbel dreht. Auf dem Querträger ist ein Schlitten *g* wagrecht verschiebbar, letzterer trägt einen Drehteil *h*, dieser wiederum einen Vertikalschlitten, dann noch einen Drehteil und endlich die Klappe für den Hobelstahl, wie bei den Shapingmaschinen schon angegeben wurde. Der Hub

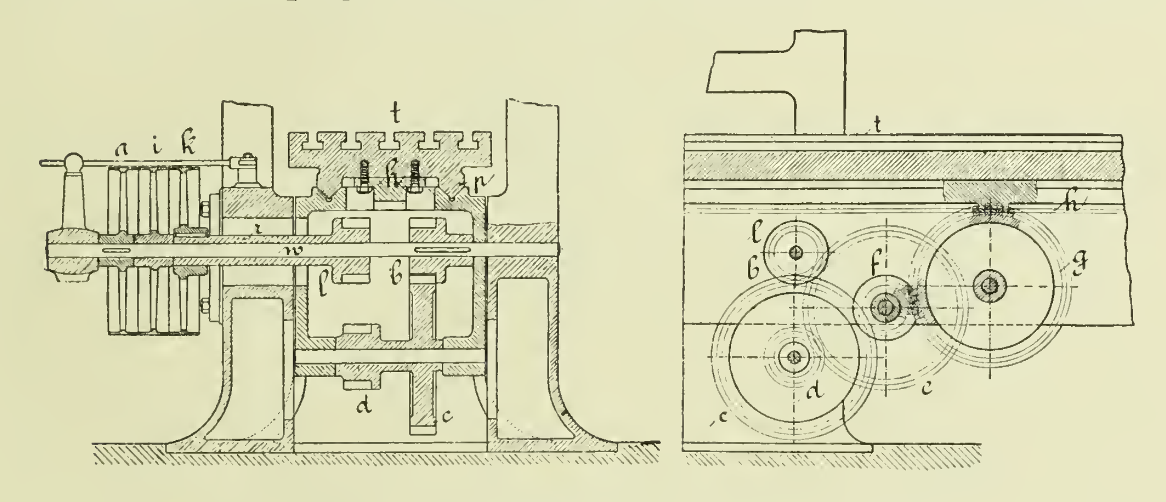


Fig. 273. Zahnstangenantrieb einer Hobelmaschine.

kann hier durch die zwei Knaggen *k k* eingestellt werden, indem diese auf die Anschläge *i i* auftreffen, hiedurch die Steuerspindel *l* verdrehen und durch die Zugstange *m* und den Winkelhebel *n* auf die Riemengabeln *o* und *p* wirken.

In der Fig. 273 ist das Antriebsschema einer Hobelmaschine gezeichnet, bei welcher der Arbeitsgang und der Rückgang mit bloß einem Riemen besorgt wird.

Von einem Vorgelege oder direkt von der Saaltransmission wird mittels Riemens die Riemenscheibe *a* gedreht und die Bewegung über die Welle *w*, die Zahnräder *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* auf die Zahnstange *h* übertragen, die unten an den Tisch *t* angeschraubt ist. Um einen schnellen Rücklauf zu erzielen und hiedurch Zeit zu sparen, wird nach Beendigung des Vorschubes mit einer Knagge, die am Tische befestigt ist, und einem Hebelwerk der Riemen über die Leerscheibe *i* auf die Scheibe *k* geschoben und sohin die Bewegung über die auf *w* lose sitzende Rohrwelle *r* auf den Zahnkolben *l* übertragen, der sie, in *e*

eingreifend, ebenfalls über f und g auf h überträgt, aber den Tisch t in entgegengesetzter Richtung und $2^1/_2$—3mal so schnell bewegt wie

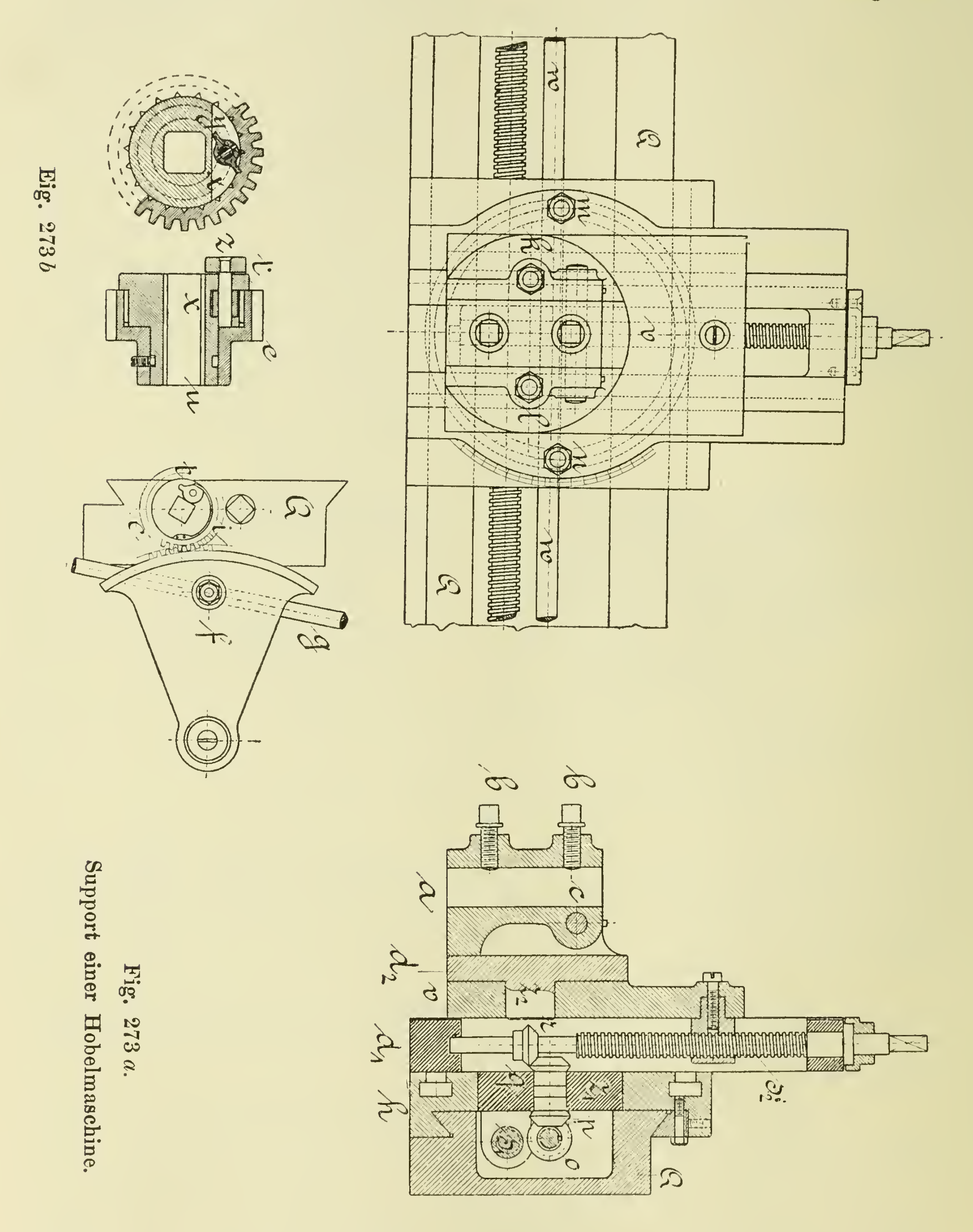


Fig. 273 b

Fig. 273 a. Support einer Hobelmaschine.

bei der Arbeitsbewegung. Am Ende des Rücklaufes bringt wieder eine Knagge, die am Tische befestigt ist, den Riemen von k auf a zurück. Der Hobeltisch läuft hier in zwei offenen Prismenführungen p; wenn sich diese Prismen auch abnützen, so behält der Tisch doch seine satte Führung und es ist keine Nachstellung nötig.

Das Zahnrad g ist nur ein Zwischenrad und scheinbar unnütz, denn es könnte ja f direkt in die Zahnstange h eingreifen; doch ist, weil g groß ist, der Eingriff zwischen g und h ein günstigerer und der Verschub des Tisches ruhiger.

Fig. 273*a* zeigt den Support der Hobelmaschine. Auf dem über dem Hobeltisch an zwei Seitenständern festgeschraubten Querbalken Q gleitet der Horizontalschlitten h, indem er von der Schraube s_1 verschoben wird. Auf dem Horizontalschlitten ist der Drehteil d_1 um den Zapfen z_1 drehbar aufmontiert und mit den zwei Schrauben m und n feststellbar. Der Drehteil trägt den Vertikalschlitten v, der mittels der Schraube s_2 entweder von Hand aus mit einer oben aufgesteckten Kurbel oder von der genuteten Welle w aus mittels zweier Kegelräderpaare $\frac{o}{p} \cdot \frac{q}{r}$ verschoben wird. Auf dem Vertikalschlitten ist noch ein Drehteil d_2 um den Zapfen z_2 drehbar und mit den zwei Schrauben k und l gehalten. Dieser Drehteil trägt die Klappe a mit den zwei Klemmschrauben b für den Hobelstahl. Die Klappe a ist um den Zapfen c drehbar und dient dazu, daß beim Rückgang der Hobelstahl vom Arbeitsstück aufgehoben wird und leicht darüber hinweggleiten kann. Auf das seitwärts aus dem Querbalken Q vorstehende Vierkant (Fig. 273*b*) der Schraube s_1 oder der Welle w wird eine Schaltdose aufgesteckt; selbe hat ein Stirnrädchen e, das lose auf der Hülse u sitzt und im Innern zu einem Sperrad x ausgebildet ist, in welches die Doppelklinke y eingreift. Außen trägt der Zapfen z der Klinke einen Knopf t, gegen den eine Feder i drückt; je nachdem man den Knopf dreht und so die Feder auf die eine oder die andere Fläche desselben wirken läßt, wird die Klinke und somit auch die Hülse u, die auf dem Vierkant sitzt, ruckweise entweder rechtsum oder linksum weitergedreht, wenn das Stirnrädchen e eine schwingende Bewegung erhält. Letztere wird durch ein Zahnsegment f erteilt, an dem eine Stange g befestigt ist, die von dem Hebelwerk, das die Riemengabel verschiebt, auf und nieder bewegt wird.

Anmerkung. Für gewöhnlich wird beim ruckweisen Schalten mittels Sperrad und Klinke von der schwingenden Klinke aus das Sperrad gedreht; bei der Schaltdose dagegen ist es umgekehrt, indem das Sperrad schwingt und die Klinke weitergedreht wird.

Zum Abhobeln großer Gestellteile empfiehlt sich die Verwendung der Einständer- oder Offenseit-Hobelmaschine Fig. 274, indem Stücke von mehr als der doppelten Tischbreite darauf bearbeitet werden können. Das Bett der Maschine hat seitwärts einen besonders kräftigen Ständer angegossen, welcher einen horizontal ausladenden Arm trägt, der über den Hobeltisch hinüberreicht. Auf diesem Arme sind zwei Supporte und am Ständer selbst auch ein Support angeord-

net, welche verschiedene Schaltbewegungen ermöglichen. Der Antrieb erfolgt mit zwei Riemen, welche auf zwei Scheiben verschiedener Größe mit verschiedener Geschwindigkeit für den Arbeits- und Rückgang treiben.

Ganz schwere Werkstücke werden auf der Grubenhobelmaschine bearbeitet, wie eine in Fig. 274 *a* in der vorderen Ansicht dargestellt ist, die von der englischen Firma G. Richards & Ko. gebaut wird. (Nach „The Engineer" 1905.) Das festliegende Werkstück wird auf einem mächtigen Tische *t* aufgespannt, der zuweilen in einer grubenartigen Vertiefung versenkt ist. Zu beiden Seiten des Tisches stehen die beiden Bette *b* auf den Füßen *c*. Die Bette dienen zwei Schlitten *d* als Führung; auf letzteren ruht der Querträger *q* mit den zwei Supporten *u*. Innerhalb der Bette sind zwei vierzöllige Schrauben *s* gelagert, die den Querträger mit einer Arbeitsgeschwindigkeit von 11 *m* und mit einer Rücklaufgeschwindigkeit von 20 *m* bewegen. Es können auf der Maschine Werkstücke von $7^1/_2$ *m* Länge, 3 *m* Breite und $1^1/_2$ *m* Dicke behobelt werden.

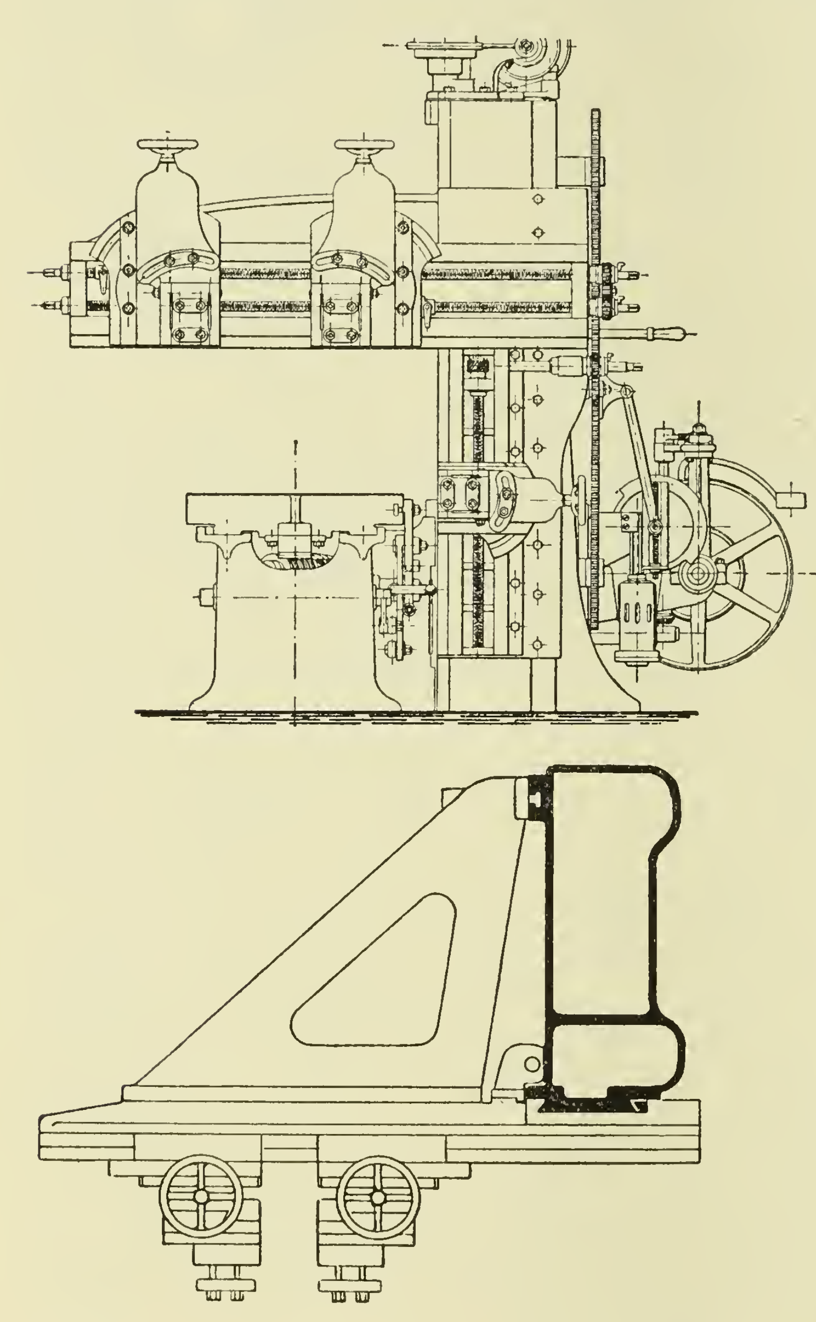


Fig. 274. Einständer-Hobelmaschine der Maschinenfabrik Ludwigshafen.

Die Blechkanten-Hobelmaschinen arbeiten ähnlich wie die Gruben-Hobelmaschinen, indem das abzuhobelnde Blech auf einer Tischplatte mittels starker Schrauben niedergedrückt und festgehalten wird und ein Doppelsupport, der zwei Hobelstähle trägt, an der Seite

des Tisches auf einer Führung mittels einer Schraube hin- und hergeführt wird und hiebei sowohl beim Hingang wie beim Rückgang von der Blechkante einen Span abnimmt, um hiedurch das Blech auf das genaue richtige Maß zu bringen und die Kante so glatt und abgeschrägt zu gestalten, wie es für die weitere Verwendung nötig ist.

Die Schnittgeschwindigkeit beträgt beim Hobeln von weichem grauen Gußeisen 6—8 *m* in der Minute; für härteres Material muß man die Geschwindigkeit geringer machen, und es ist zuweilen vorteilhaft, die Umdrehungszahl des Deckenvorgeleges ändern zu können, um die Schnittgeschwindigkeit dem Material anzupassen.

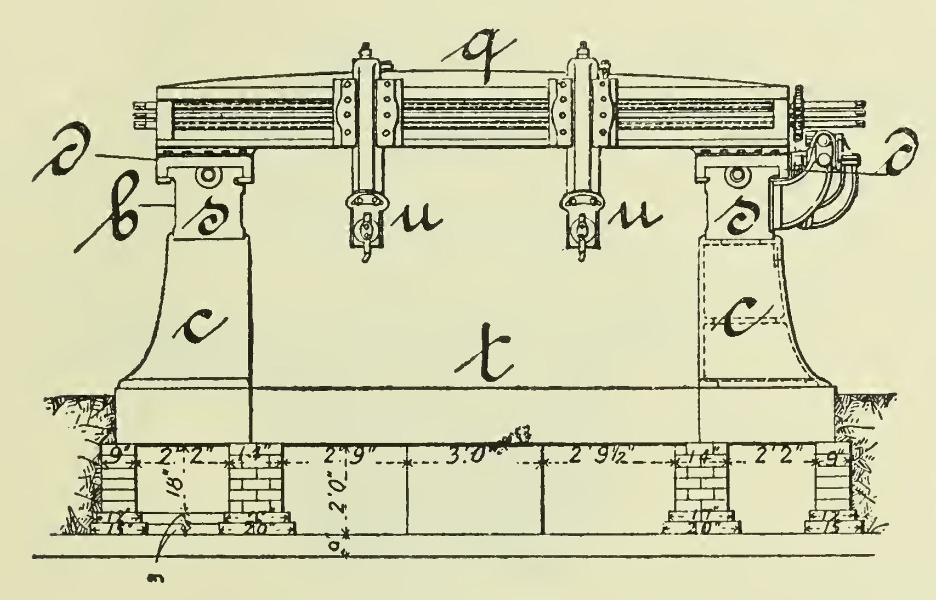


Fig. 274 *a*. Grubenhobelmaschine.

Schnellhobelmaschinen.

Für die Verwendung der sogenannten Rapidstähle baut man eigene Hobelmaschinen, um die mit der raschen Umsteuerung der Tischbewegung verknüpften Störungen zu vermeiden. Die „Batemans Maschine Tool Co.“ treibt den Tisch von einer hochliegenden Welle mit zwei schnellaufenden Riemen an, die auf verschieden großen Scheiben aufliegen und durch Vermittlung von stählernen Zahnrädern und einer Zahnstange den Tisch mit verschiedener Geschwindigkeit vor- und rückwärts bewegen. Die neben den Riemenscheiben sitzenden Losscheiben sind als Schwungräder ausgebildet, die Übertragungsriemen sind etwas breiter als die festen Scheiben. Hiedurch liegen diese Riemen beim Umlegen auf die feste Scheibe noch etwas auf der Losscheibe und es wird somit ein Teil der in der Schwungmasse der Losscheibe angesammelten Energie auf die feste Scheibe übertragen, so daß ein sicheres Umschalten erreicht ist. Außerdem ist die Losscheibe und die daneben befindliche Festscheibe zu einer Reibungs-

kupplung ausgebildet, die beim Umlegen des Riemens auf die Festscheibe eingerückt, bei der Rückbewegung des Riemens hingegen ausgerückt wird.

Der Hobeltisch wird durch eine Zahnstange bewegt, die an dessen Unterseite federnd angebracht ist, so daß also zwischen Zahnstange und Tisch eine kleine Längsbewegung möglich ist; hiedurch werden die beim Umsteuern auftretenden Stöße vermindert. Man kann hiebei dem Hobeltisch eine Arbeitsgeschwindigkeit von 6 bis 18 *m*, eine Rücklaufgeschwindigkeit von 21 bis 65 *m* erteilen.

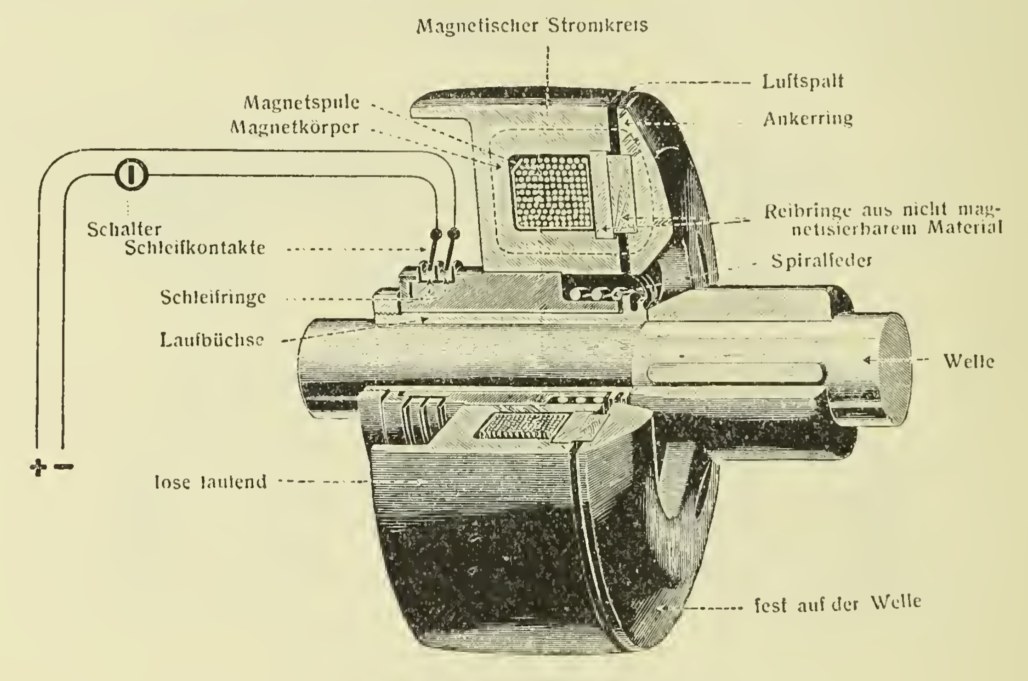


Fig. 274 *b*. Elektromagnet-Reibungskupplung.

Eine bemerkenswerte Verbesserung im Antrieb der Hobelmaschinen führt die Maschinenfabrik „Vulkan“ in Wien dadurch aus, daß die beiden Antriebsriemen für den Arbeitsgang und für den Rücklauf überhaupt nicht verschoben zu werden brauchen. Die beiden Riemenscheiben sitzen auf der Antriebswelle lose auf und werden durch elektromagnetische Reibungskupplungen (Fig. 274 *b*) abwechselnd damit verbunden. Hiedurch wird die Zeitdauer des Umsteuerns gegenüber der Riemenverschiebung wesentlich verringert, der ganze unbequeme Mechanismus für letztere fällt weg und der An- und Auslauf des Hobelmessers kann auf das geringste Maß vermindert werden. Die Kupplung arbeitet in der Weise, daß im Augenblicke des Stromschlusses Magnetkörper und Ankerring magnetisiert werden, so daß sich diese beiden Teile mit großer Kraft anziehen, wodurch zwischen den hölzernen Reibringen ein großer Reibungswiderstand erzeugt wird, der aber bei Unterbrechung des Stromes sofort aufhört; eine Spiralfeder entfernt die beiden Kupplungsteile so weit voneinander, daß keine Berührung mehr stattfinden kann.

Bei anderen Schnellhobelmaschinen verwendet man z. B. statt des Antriebes mit verschiebbaren Riemen den Mitchellantrieb mit zwei losen Riemen, wovon abwechselnd der eine, dann der zweite mit einer Spannrolle angespannt wird und so zur Wirkung kommt; die elektromagnetische Kupplung wirkt aber wohl genauer und ist auch in der Bauart einfacher.

Holzhobelmaschinen finden hauptsächlich zur Herstellung der geschnittenen Furniere Verwendung. Das Holz wird vorher gedämpft, um es recht biegsam zu machen, und dann auf einem Tische festgespannt, der hin und her bewegt wird. Über dem Tische ist ein Querbalken angeordnet, der an der unteren Fläche ein Hobelmesser mit einer bis 2 *m* langen Schneide trägt, das unter einem Schneidwinkel von etwa 15⁰ befestigt ist. Auf dem Messer liegt eine Klappe, so wie beim Doppeleisen des Schlichthobels angegeben wurde. Die Faserrichtung des Holzes läuft gewöhnlich parallel zur Schneide, weil hiedurch der Span — das Furnier — besser abfließt und nicht so leicht bricht. (Andere Holzhobelmaschinen kommen unter dem Abschnitte „Fräsmaschinen“ zur Besprechung.)

5. Stoßmaschinen.

Hat man in Radnaben Keilnuten auszustoßen, die Außenflächen von Kurbeln u. dgl. genau zu bearbeiten, so verwendet man vorteilhaft die Stoßmaschine (Fig. 275), auf der man bequem das schwere Werkstück auf dem Tische *t* liegend festspannen kann.

Der einen langen Stichel tragende Stoß *o* wird in einer senkrechten Prismenführung *k* geführt und erhält den Antrieb von *a* über *b*, *c*, die Kurbelscheibe *d* und die Schubstange *g*. Der Hub des Stoßes läßt sich durch Verstellen des Kurbelzapfens auf der Kurbelscheibe entsprechend einstellen. Das Schwungrad *e* hat die Gleichmäßigkeit des Ganges zu regeln. Der Tisch *t* kann drei Bewegungen erhalten, eine drehende und zwei im rechten Winkel zueinander stehende geradlinige, die von dem Hebel *h* ausgehen, der mit einer Rolle *r* in die unrunde Nut *u* der Kurbelscheibe eingreift und sohin eine ruckweise Schwingung erhält. Durch die Stange *i*, die Klinke *l* und das Sperrad *s* wird die Schaltbewegung auf die Schaltspindel *w* übertragen, von wo sie über die Räder 1, 2 und 3 auf den unteren, den Langschlitten, über zwei Kegelräder *m*, die Räder *n* und 4 auf den Querschlitten und über die Räder *n*, 5 und 6, ferner eine Schnecke 7 und das Schraubenrad 8 auf den Drehteil übertragen wird.

Durch Verstellen des Kupplungszapfens z am Hebel h kann man am Sperrad s um einen, zwei oder drei Zähne weiterklinken.

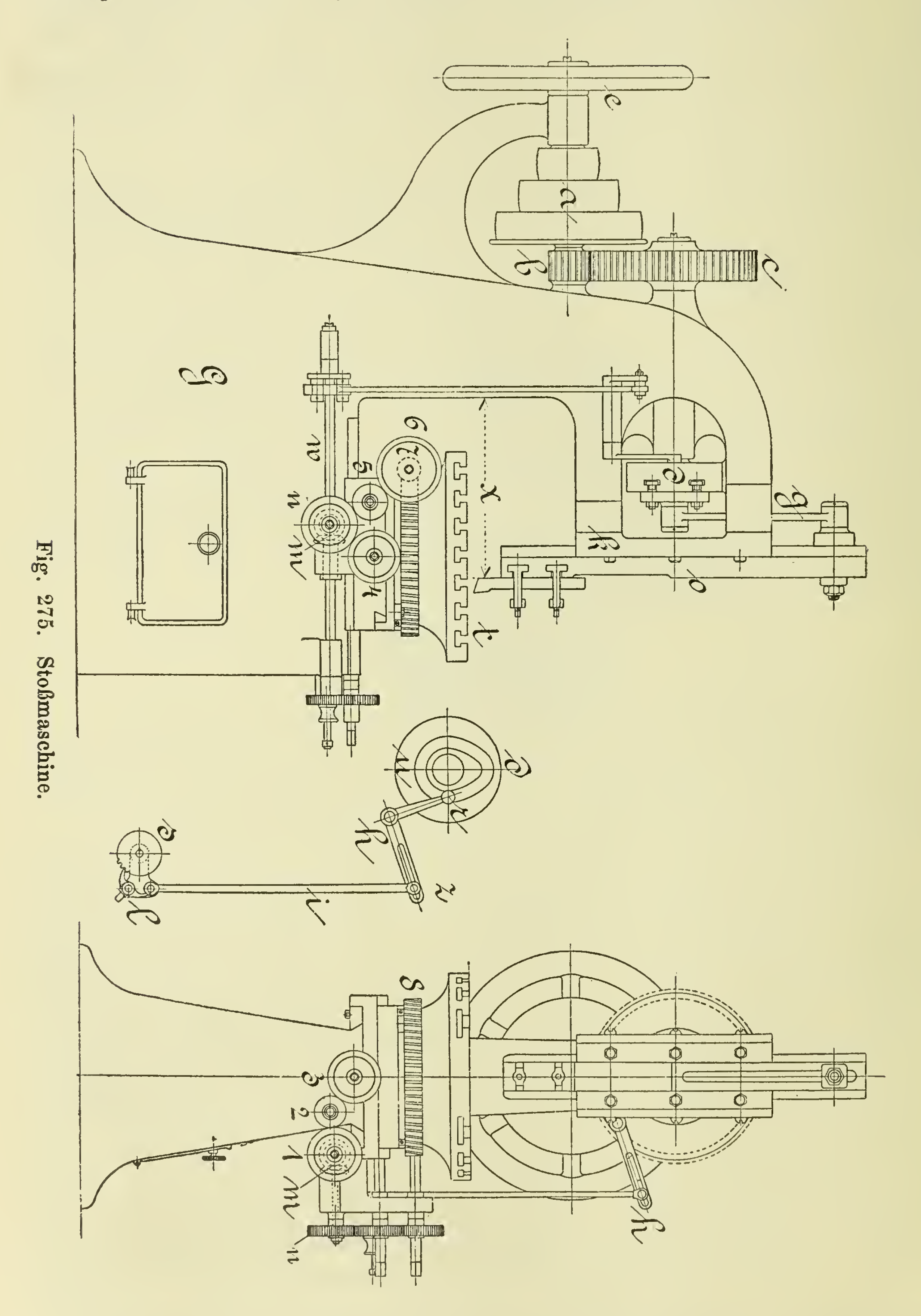


Fig. 275. Stoßmaschine.

Der größte Halbmesser eines zu nutenden Rades ist durch die Ausladung x bestimmt.

Der lange Stichel wird angewendet, wenn Keilnuten herzustellen sind; hat man jedoch Außenflächen von Werkstücken zu bestoßen, so findet der kurze Stichel (Fig. 276) vorteilhaft Verwendung. Der Stößel trägt am unteren Ende einen eigenen Stahlhalter *a*, mit dem die Klappe *k* um den Bolzen *b* drehbar verbunden ist. (Eine ähnliche Einrichtung findet man bei Hobelmaschinen.) Diese Klappe dient zur Aufnahme des Stichels *i*, der mit zwei Schrauben *s* festgeklemmt wird. Beim Aufwärtsgang kann der Stichel etwas zurückweichen, indem eine Feder *f* zusammengedrückt wird.

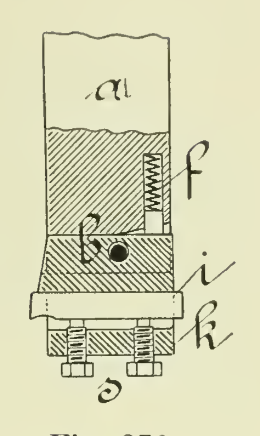


Fig. 276. Kurzer Stichel.

Der kurze Stichel läßt sich bequemer schärfen als der lange und es können noch kurze Stücke von Werkzeugstahl benützt werden.

Große Stoßmaschinen erhalten ein Gegengewicht, um das Gewicht des Stoßes *o* auszugleichen. Die Firma J. Buckton in Leeds stattet den Stoß mit zwei Sticheln aus, von denen der eine beim Hinabgang den Schroppspan, der andere beim Hinaufgang den Schlichtspan nimmt, so daß hiedurch die Außenflächen der Abkröpfungen von Stahlwellen auf einmal vollständig genau und glatt fertig bearbeitet werden, und zwar schneller, als es mit einer Fräsmaschine möglich ist.

Bei größerem Hube bewegt man den Stoß wie den Tisch einer Hobelmaschine mit einer Zahnstange oder mit einer Schraube auf und nieder; man kann dann bequem den Rücklauf mit größerer Geschwindigkeit bewerkstelligen.

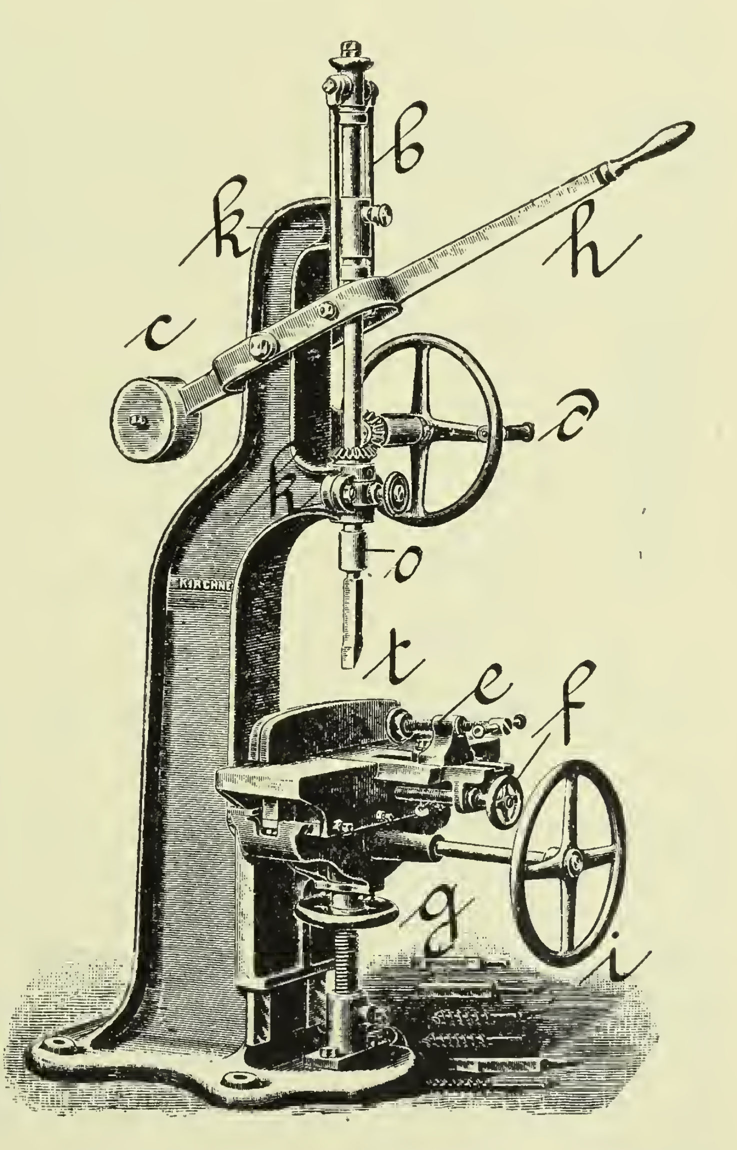


Fig. 277. Stemmaschine, verbunden mit Bohrmaschine, von Kirchner & Ko. in Leipzig.

6. Stemmaschinen.

Die Holzarbeiter benützen zum Ausstemmen von Zapfenlöchern und Schlitzen diese Maschinen, die gewöhnlich mit einer Bohrmaschine vereinigt sind. Das gußeiserne Gestell der in Fig. 277 dargestellten Handbohr- und Stemmaschine trägt in zwei Rundführungen *k* den Stemmstößel *o*, der durch den Handhebel *h* und die zwei Gelenkstangen *b* heruntergedrückt wird, während der Aufgang durch ein Gegengewicht *c* erfolgt. Das Wenden des Stemmstößels wird durch Drehen des Bohrmaschinen-Handrades *d* bewirkt. Das Werkstück wird auf dem Tische *t* mit der Schraubzwinge *e* befestigt. Diese Schraubzwinge läßt sich mit dem Handrade *f* verschieben, ebenso der Tisch mit dem Handrade *g* höher und tiefer stellen. Das Handrad *i* endlich dient zum Schalten, um das Werkstück nach jedem

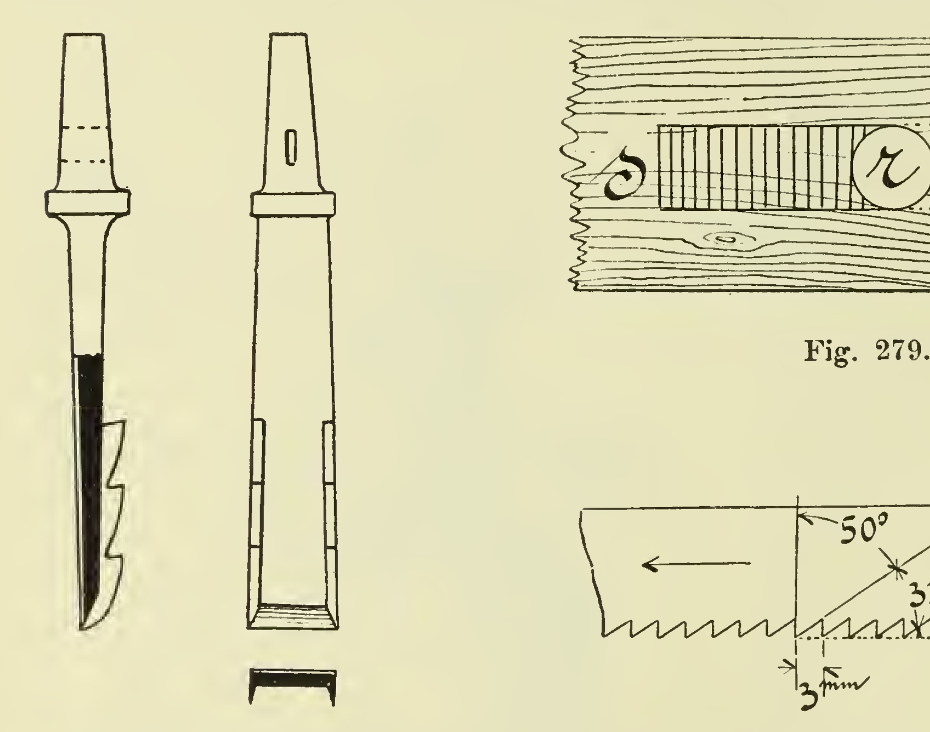


Fig. 279.

Fig. 278. Viereisen.

Fig. 280. Zahnform der Metallsägen.

Stößelhube um die Spandicke zu verschieben. Der Lochbeitel hat entweder die gewöhnliche Form oder die eines sogenannten Viereisens (Fig. 278), d. i. eines Werkzeuges, dessen drei Schneiden zu einem ⊔ zusammengesetzt sind. Die Seitenschneiden des Viereisens sind hakenförmig gezahnt, um bei jedem Rückzuge einige Späne mit aus dem Loche herauszuheben.

Soll ein rechteckiges Zapfenloch hergestellt werden, so bohrt man erst in der Mitte das Loch *r* (Fig. 279), dann stemmt man nach der einen Richtung bis *s* und nachdem man das Stemmeisen um 180° gedreht hat, nach der anderen Seite hin bis *u*. Mit der Maschine

lassen sich sowohl im weichen wie auch im harten Holze bis 30 *mm* breite Löcher herstellen.

7. Sägen im allgemeinen.

Um schmale, tiefe Einschnitte zu machen, wie es namentlich zum Zerteilen eines Körpers vielfach nötig ist, bedient man sich ganz dünner Meißel, die, in größerer Anzahl hintereinander liegend, an einem gemeinschaftlichen Stahlblatt angebracht sind. Man nennt dieses Werkzeug Säge, die einzelnen Meißel Sägezähne und die Zwischenräume zwischen den Zähnen die Zahnlücken; letztere dienen zur Aufnahme der Sägespäne.

Die Größe und Form der Sägezähne hängt vom Material ab. Metallsägen erhalten kleine Zähne, weil die Sägespäne sehr dünn sind und in kleinen Zahnlücken Platz haben; der Schneidwinkel ihrer Zähne ist nahezu 90°, die Zahnform somit die eines rechtwinkligen Dreieckes. Fig. 280 zeigt die Zahnform des Sägeblattes einer Bandsäge.

Bei den viel verwendeten Holzsägen erhalten die Sägezähne verschiedene Formen und verschieden gestellte Schleifflächen, je nachdem Langholz oder Querholz, weiches oder hartes Holz gesägt werden soll, oder der Schnitt ohne Rücksicht auf Sauberkeit und Breite der Schnittfuge, oder bei sauberen Schnittflächen mit möglichst schmaler

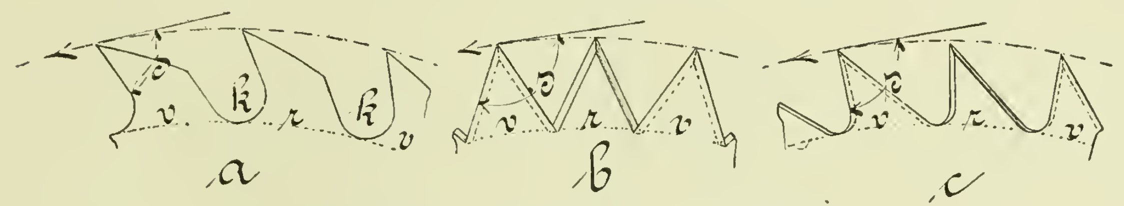


Fig. 281. Zahnformen für Holzsägen.

Schnittfuge geführt werden soll. In Fig. 281 ist die Zahnform *a* für Langholz passend, indem die Zähne mit kleinem Schneidwinkel *s* arbeiten. Für die Späne sind die Zahnlücken bei *k* zu einer Spankammer erweitert. Die Zahnform *b* ist für weiches Querholz geeignet: der Schneidwinkel ist größer als 90° und das Zuschärfen erfolgt so, daß die Brustfläche sehr schräg steht, somit die Zahnspitzen messerartig wirken und die Fasern an den beiden Rändern der Schnittfuge zerschneiden. Die Zahnform *c* ist für hartes Querholz geeignet, der Schneidwinkel *s* ist 90°; er wirkt günstiger als bei der Zahnform *b*, die bei hartem Querholze zu viel Kraft erfordern würde.

Damit das Blatt nicht geklemmt wird, muß der im Werkstück gemachte Einschnitt breiter sein als die Dicke des Sägeblattes; dies läßt sich auf dreierlei Weise erreichen:

1. Indem man die Zähne seitwärts aus der Blattebene in wechselnder Richtung herausbiegt oder schränkt (Fig. 282 *a*). In Fig. 281 sind die mit *v* bezeichneten Zähne nach links, die mit *r* bezeichneten Zähne nach rechts abgebogen. Man benützt hiezu das Schränkeisen (Fig. 283) oder besondere Schränkzangen. Schweifsägen, die nur schmale, 1 *cm* breite Sägeblätter haben, werden geschränkt, indem man das

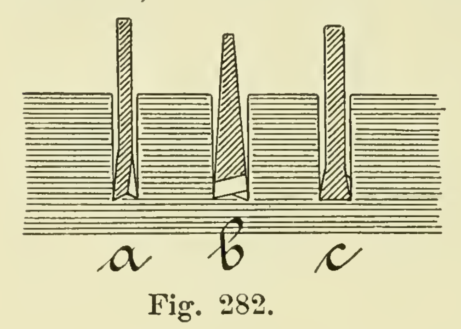


Fig. 282.

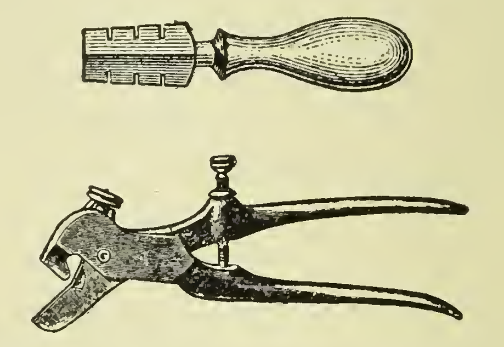


Fig. 283. Schränkeisen und Lessers Schränkzange.

Sägeblatt auf die Hirnfläche eines harten Stückes Holz auflegt, auf den zu schränkenden Zahn einen stumpfen Körper (Senkstift) aufsetzt und mit dem Hammer daraufschlägt; so wird der Zahn, indem er in das Hirnholz eindringt, abgebogen.

2. Indem man das Sägeblatt am Rücken dünner macht (Fig. 282 *b*).

3. Indem man die Zahnspitzen staucht (Fig. 282 *c*).

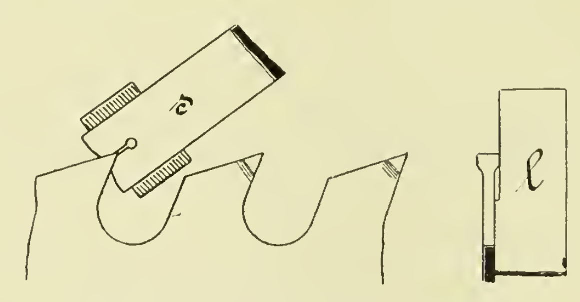


Fig. 283 *a*. Stauchen der Zähne.

Das Anstauchen erfolgt mit dem Staucher *s* (Fig. 283 *a*); man setzt ihn auf die Zahnspitze auf und schlägt mit dem Hammer so oft darauf, bis sich die Zahnspitze genügend verbreitert hat. Mit der Lehre *l* kann man die Verbreiterung, beziehungsweise auch Schränkung, genau messen. Die zuviel angestauchten Zähne kann man mit einer Feile abfeilen, die in einem auf dem Sägeblatt geführten Gleitschuh befestigt ist. Indem das Stauchen besonders bei harten Sägen eine mühsame Arbeit ist und gegenüber dem schneller ausführbaren Schränken keine Vorteile bietet, wird es äußerst selten angewendet.

Neben der dreieckigen Zahnform findet man für Querholz auch Stockzähne oder M-Zähne in Verwendung, die man sich durch Zu-

sammenschieben zweier Dreieckzähne entstanden denken kann; selbe haben eine größere Festigkeit gegen Ausbrechen (Fig. 284).

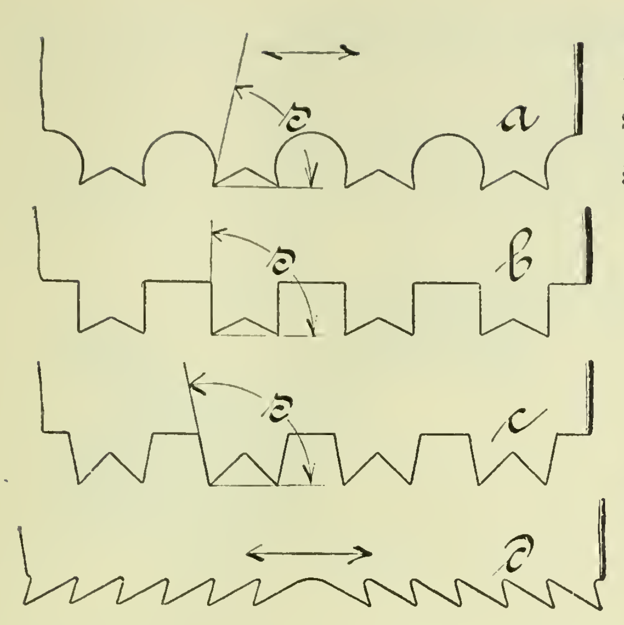


Fig. 284. *a—c M*-Zähne oder Stockzähne, *d* Säge für Langholz bei Horizontalgattern.

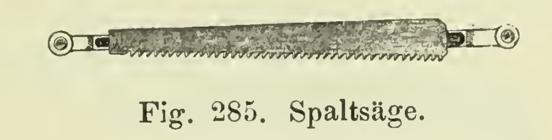


Fig. 285. Spaltsäge.



Fig. 286. Bauchsäge.

8. Handsägen.

Die Handsägen unterscheidet man in solche ohne Spannung und solche mit Spannung.

a) Sägen ohne Spannung.

1. Die Baum- oder Spaltsäge (Fig. 285) ist 125—200 *cm* lang; sie hat an den beiden Angeln zweihändige Quergriffe, so daß sie von zwei Mann gehandhabt werden kann, von denen der eine auf einem Bockgerüst, der andere unten am Boden steht. Sie dient zum Zerschneiden des Holzes zu Brettern, Pfosten u. dgl.

2. Die Bauchsäge (Fig. 286) dient zum Zerteilen von Querholz; sie wird ebenfalls von zwei Arbeitern, jedoch wagrecht bewegt. Die fischbauchähnliche Form verstärkt das Sägeblatt in der Mitte, erleichtert das Herausfallen der Späne und entspricht mehr der pendelnden Armbewegung. Die Zähne schneiden nach beiden Richtungen. Die Säge wird 126—188 *cm* lang, 13—20 *cm* breit geliefert.

3. Der Fuchsschwanz (Fig. 287 *A* und *B*) hat ein breites Blatt mit rechtwinkligen Dreieckzähnen, die auf Stoß arbeiten. Der hölzerne Handgriff kann bequem gehalten werden; das Sägeblatt ist darin in einem Schlitze mit zwei Stiften befestigt. Bei der Form *B* ist das Blatt mit einem aufgeklemmten Blechstreifen versteift. Die Lochsäge (Spitz- oder Stichsäge, Fig. 287 *C*) hat ein schmales, an der Zahnkante sehr dickes Blatt mit nicht geschränkten Zähnen.

4. Um inmitten einer Holzplatte Einschnitte zu machen, verwendet man die Gratsäge (Fig. 288); um die Tiefe des Einschnittes zu begrenzen, ist ein stellbarer Auflauf vorhanden.

Andere hieher gehörige Formen sind die Nutsäge mit zwei parallelen Sägeblättern und die Zapfensäge mit einem Sägeblatt, das sich flach auf eine Holzfläche auflegen läßt.

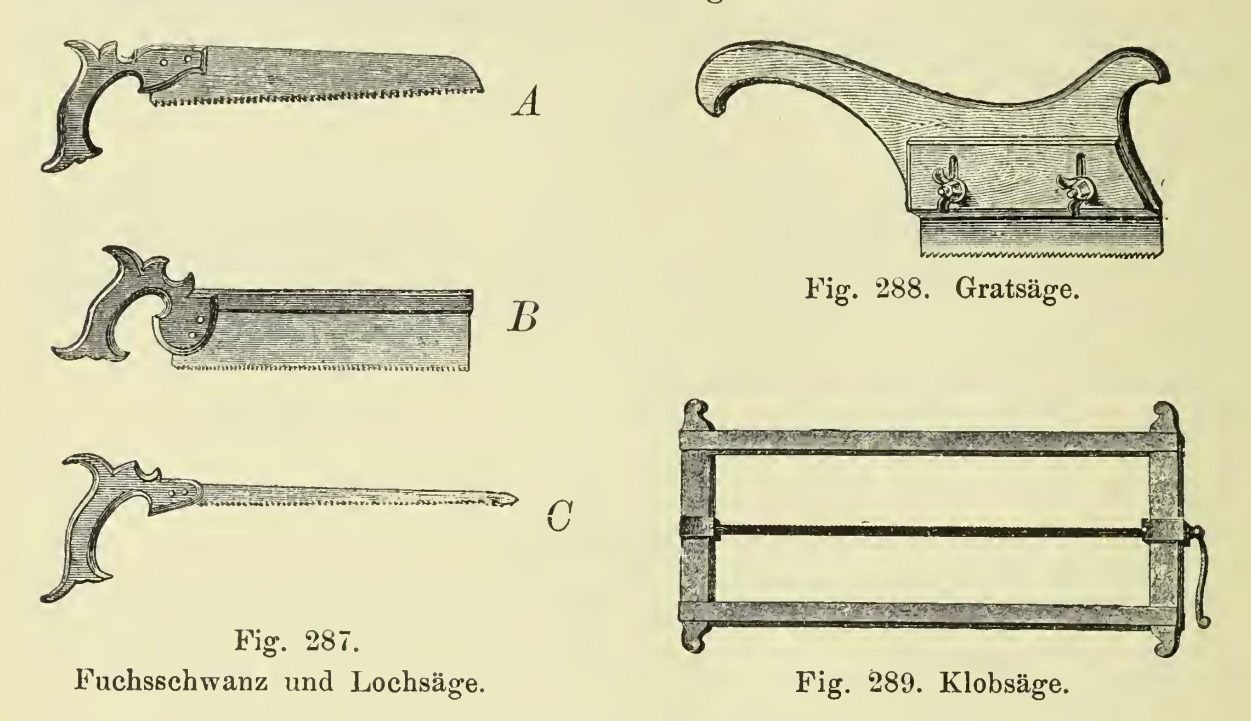


Fig. 287.
Fuchsschwanz und Lochsäge.

Fig. 288. Gratsäge.

Fig. 289. Klobsäge.

b) Sägen mit Spannung.

1. Die Klob- oder Furniersäge (Fig. 289) wird wie die Spaltsäge zum Zerschneiden von Holzklötzen verwendet, nur ist das Sägeblatt, um nicht zu viel Holz in Form von Sägespänen zu verlieren, dünn und in einem hölzernen Rahmen mittels Kloben gehalten und mit einer Schraube angespannt.

2. Die Spannsäge (Örtersäge, Fig. 290) bildet einen Rahmen, welcher aus zwei Hörnern *h* besteht, die durch den an den Enden gegabelten Steg *e* auseinandergehalten werden. Am unteren Ende sind die Hörner mit Löchern versehen, welche die Zapfen *z* aufnehmen, in denen das Sägeblatt mit Querstiften gehalten wird. Um die oberen Hornenden wird eine Hanfschnur mehrmals herumgelegt, in der Mitte derselben ein Holzstück, der Knebel *k*, hindurchgesteckt, mit dem man die Schnur durch Verdrehen verkürzen, somit die Säge spannen kann. Der Knebel legt sich an den Steg an und kann sich somit nicht zurückdrehen. Beim Arbeiten wird die Säge so gefaßt, daß sie auf Stoß arbeitet.

3. Die Gehrungssäge (Gehrungsschneidlade, Fig. 291) besteht aus einer Spannsäge, die in einer Führung läuft, so daß man den

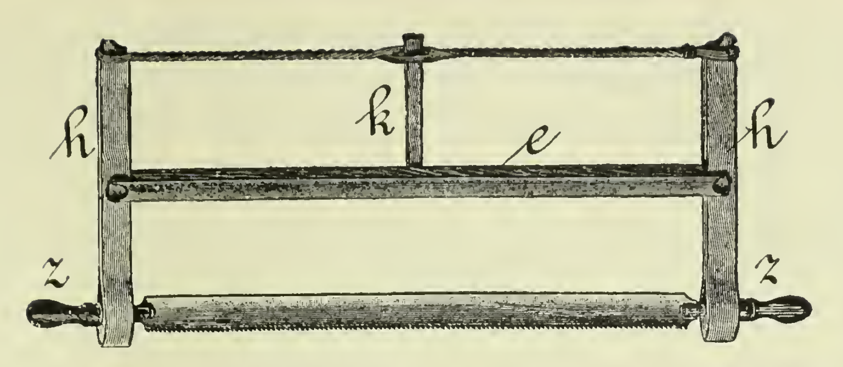


Fig. 290. Spannsäge.

Schnitt in einem bestimmten Winkel führen kann. Hauptsächlich werden die Teile von Bilder- oder Türrahmen u. dgl. unter einem Winkel von 45° zusammengestoßen. Die Säge selbst hat ein aushäng-

Fig. 291. Gehrungssäge für verschiedene Winkel.

bares Sägeblatt, das mit der Flügelmutter *m* und dem Umleghebel *h* angespannt wird. Das Sägeblatt erhält in zwei geschlitzten Rohrstücken *r* eine gute Führung; die oberen Rohrenden greifen in den genuteten Steg ein und letzterer wird somit ebenfalls geführt. In jedem Führungsrohre *r* läßt sich eine Schraube *s* verschrauben, die durch ein Stäbchen mit dem Stahlkolben *k* verbunden ist; man kann somit die Entfernung *E* so einstellen, daß die geschränkten Sägezähne gerade noch aus den Rohren *r* hervorragen. Die zwei Rohre *r* sind in hohlen, geschlitzten Säulen *a* verschiebbar; die Säulen selbst auf einem Hebel *b* montiert, der sich um den Zapfen *c* drehen und an dem eingekerbten Bogen *d* mit dem Klinkenhebel *e* feststellen läßt. Das Ausklinken des Klinkenhebels *e* erfolgt, indem man den Hebel *f* in die Höhe drückt. Das zu schneidende Holzstück wird an die Lineale g_1 und g_2 angelegt und mit der linken Hand festgehalten, während die rechte Hand die Säge bewegt.

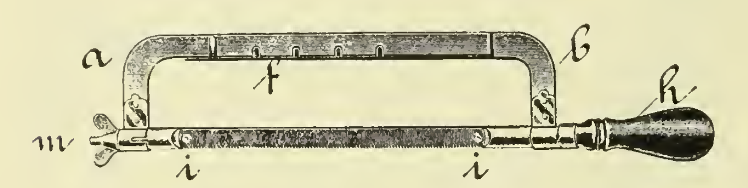
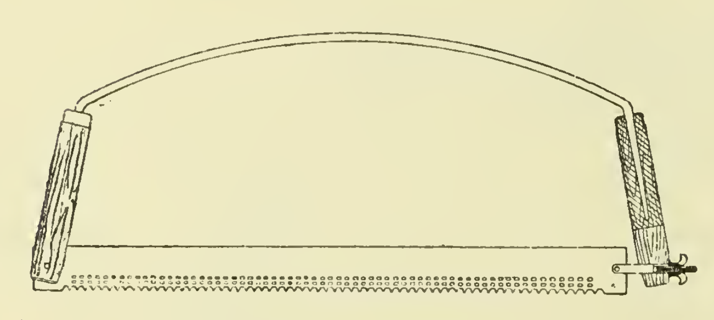


Fig. 292. Bogensäge für verschiedene Blattlängen von 200—300 *mm.*


Fig. 293. Bügelsäge.

4. Bogensäge. Bei dieser wird die Säge durch einen Bügel oder Bogen gespannt.

a) Eine Bogensäge für Metall zeigt Fig. 292. Der vernickelte Bügel besteht aus zwei Teilen *a* und *b*, die durch eine Hakenfeder *f* so verbunden sind, daß die Säge für vier verschiedene Längen von Sägeblättern eingestellt werden kann. Das Sägeblatt wird bei *i* auf runde Stahlzäpfchen der Kloben aufgesteckt. Der linke Kloben läßt sich durch Drehen an der Flügelmutter *m* verschieben, wodurch das Sägeblatt angespannt wird. Der rechte Kloben ist zu einem Handgriffe *h* ausgebildet. Das Sägeblatt hiezu ist härter als eine Feile; es durchschneidet ohne Schärfen ein 13 *mm* Rundeisen 80mal, desgleichen weichen Rundstahl bis 40mal. Die abgenützten Sägeblätter werden nicht nachgeschärft, sondern besser durch neue ersetzt, denn ein Dutzend solcher Blätter kostet nur 3—5 Kronen.

b) Eine Bügelsäge für Holz, hauptsächlich zum Sägen von Querholz, zeigt Fig. 293. Das Sägeblatt wird durch einen federnden Stahlbügel in Spannung erhalten. Hinter den Zahnlücken sind im Säge-

blatt noch zwei Reihen Löcher eingestanzt; hiedurch werden die Sägespäne besser entfernt, überdies ist die Richtung angegeben, in welcher beim Schärfen die Zahnlücken zu vertiefen sind.

9. Sägemaschinen mit geradliniger Schnittbewegung.

Man unterscheidet:

a) Gattersägen, bei welchen die Säge in einem Rahmen eingespannt ist und eine auf und nieder gehende oder schräg oder wagrecht hin und her gehende Bewegung erhält; sie sind die ältesten Sägemaschinen.

b) Schweifsägen, zu dem besonderen Zwecke, geschlossene Figuren auszusägen.

c) Bandsägen, bei welchen das dünne Sägeblatt wie ein Treibriemen über zwei oder mehrere Rollen geführt wird. Sie wurden zuerst von P. Panhard in Paris im Jahre 1854 gebaut.

Die Kreissägen, bei denen das Sägeblatt eine dünne, kreisförmige Stahlscheibe bildet, werden, da sie eine rotierende Schnittbewegung besitzen, erst im folgenden Kapitel behandelt. Da die Herstellung solcher Stahlscheiben in größeren Dimensionen (bis zu $1^1/_2$ *m* Durchmesser) sehr schwierig ist und früher nicht möglich war, so findet diese Maschine auch erst seit einigen Jahrzehnten größere Verwendung.

Die Holzsägen seien, als die weitaus wichtigeren, den Metallsägen vorangestellt.

a) Gattersägen.

Je nach der Stellung des Gatterrahmens unterscheidet man stehende und liegende Gatter. Sie dienen zum Zerteilen von Holzklötzern in Pfosten und Bretter. Ist nur eine Säge in der Mitte des rechteckigen Sägerahmens eingespannt, so heißt das Gatter Mittelgatter. Ist das Sägeblatt wie bei der Örtersäge (Fig. 290) zwischen zwei Hörnern eingespannt, die durch einen Steg auseinander gehalten werden, so heißt der Gatterrahmen beziehungsweise die Maschine Seitengatter; bei Horizontalgattern ist der Gatterrahmen stets so gebaut.

Häufig wird von dem runden Holzklotz, zuerst an zwei gegenüberliegenden Stellen je ein dünnes Segmentstück, eine Schwarte, abgenommen; man verwendet hiezu ein eigenes, mit nur zwei Sägen arbeitendes, sog. Schwarten- oder Säumgatter. Der besäumte Holzklotz wird dann, um 90° gedreht, einem zweiten Gatter zugeführt, in

welchem eine Anzahl von 10 bis 20 Sägen, ein ganzer Bund, eingespannt sind, so daß der ganze Holzklotz bei einmaligem Durchgange in Bretter zerlegt wird; dieses Gatter heißt Bund- oder Vollgatter. Die Arbeitsbewegung erfolgt mit einem Kurbelmechanismus, und je nachdem die Kurbelwelle unterhalb oder oberhalb des Gatterrahmens gelagert ist, unterscheidet man Gatter mit Unterbetrieb und die seltener verwendeten Gatter mit Oberbetrieb.

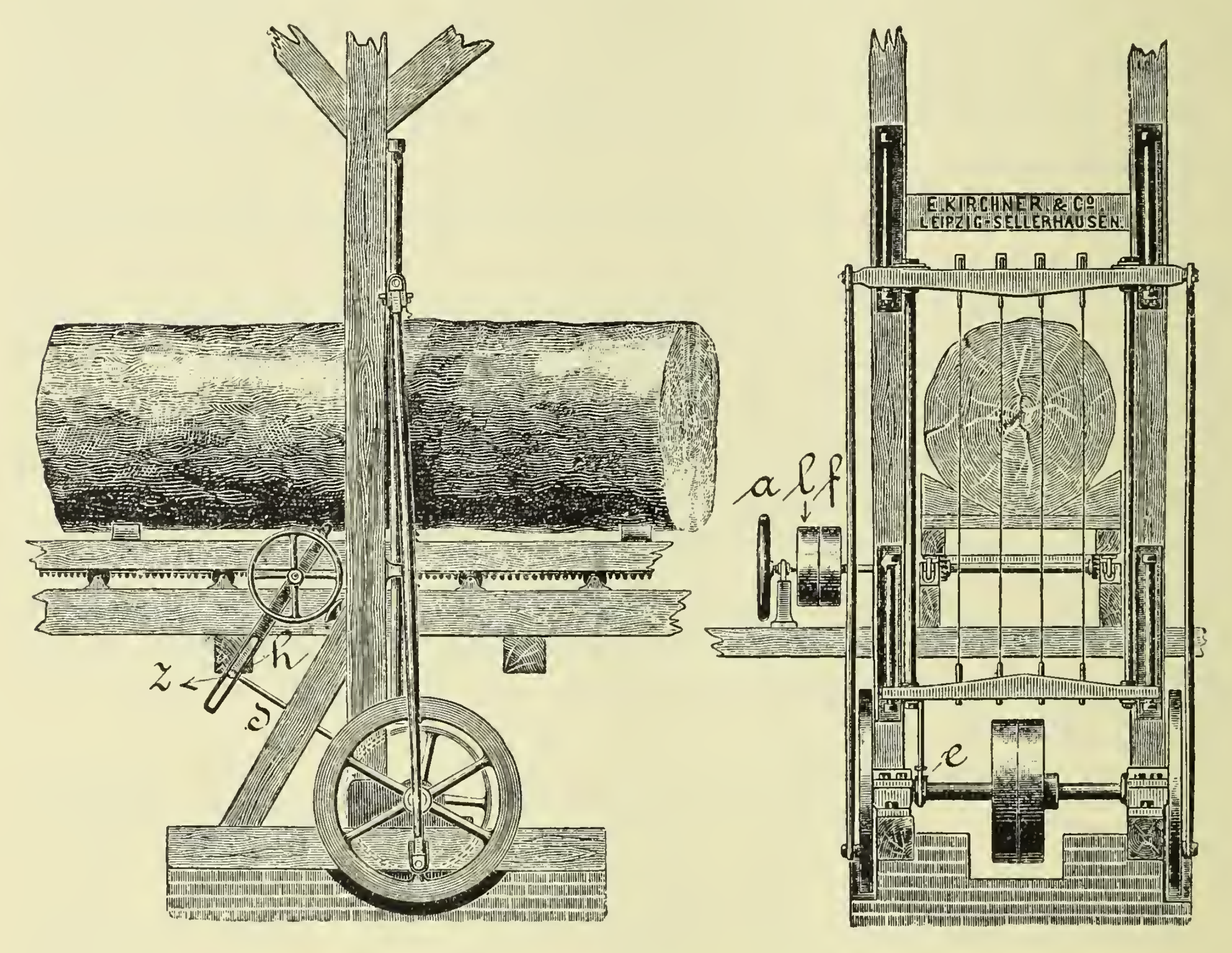


Fig. 294. Gattersäge mit Holzgestell von E. Kirchner & Ko. in Leipzig.

Die Schaltbewegung wird mit dem sogenannten Schiebezeug auf zwei Arten bewerkstelligt: 1. Indem der Holzklotz auf einem langen Klotzwagen befestigt ist, der mit dem Klotze durch den Gatterrahmen hindurch langsam vorgeschoben wird. 2. Indem vor und hinter dem Gatterrahmen je ein Paar Riffelwalzen angeordnet sind, die den Klotz zwischen sich halten und infolge ihrer Drehbewegung den Sägen langsam zuschieben.

Ein Gatter einfachster Bauart ist in Fig. 294 dargestellt. Auf einem gemauerten Fundament ist ein hölzernes Gestell festgeschraubt, welches oben mit dem Gebälke des Sägegebäudes verbunden ist. An den beiden Holzsäulen des Gestelles sind vier stählerne Rundführungen befestigt, an welchen der rechteckige Gatterrahmen senkrecht auf und

nieder gleitet. Der letztere besteht aus einem oberen und unteren, aus je zwei Flacheisen gebildeten Querriegel, die durch zwei kräftige, aus Gasrohren gebildete, senkrechte Schenkel oder Stiele miteinander verbunden sind. Unten ist die Antriebwelle gelagert, die in der Mitte die Fest- und Losscheibe trägt. Außerhalb befinden sich zwei Schwungräder mit stählernen Kurbelzapfen, an die zwei Lenkstangen — deren Schaft wieder aus Gasrohr hergestellt ist — angehängt sind. Die letzteren reichen bis zum oberen Querriegel, den sie an den angenieteten Achselzapfen erfassen.

Der Stamm wird auf einem 8 *m* langen Wagen — dem Klotzwagen — befestigt, der aus zwei Langbäumen, den Wagenbäumen, besteht, die an den Enden durch Querriegel zu einem Rahmen verbunden sind, und auf Rollen läuft, die am Fußboden des Sägehauses gelagert sind.

An den Wagenbäumen sind auch zwei Zahnstangen befestigt; in diese greifen zwei Zahnkolben, die auf einer Querwelle sitzen. Letztere trägt auch ein Reibungs-Schaltrad, eine Fest- und Leerscheibe *f*, *l* und ein Handrad *a*. Von der Antriebwelle aus wird mittels eines Exzenters *e* eine Schubstange *s* bewegt, hiedurch ein Hebel *h*, der eine Schaltklinke trägt, in schwingende Bewegung gebracht, wodurch ein ruckweiser Vorschub des Wagens erzielt wird. Die Größe des Vorschubes kann durch Verstellen des Zapfens *z* in dem geschlitzten Hebel *h* verändert werden.

Die Riemenscheibe *f* dient für den schnellen Rücklauf des Wagens, das Handrad *a* zur Handsteuerung. Die in der Zeichnung dargestellten vier Sägen sind mittels Sägeangeln in den Rahmen eingehängt. Wird der Klotz beim Niedergang der Säge vorgeschoben, dann darf die Zahnspitzenlinie der Sägen vertikal sein, wird dagegen beim Aufgang der Säge geschaltet, dann muß die Zahnspitzenlinie nach vorn so viel überhängen, als der Vorschub bei einem Hube beträgt, also von 5 bis 20 *mm*.

In Fig. 295 ist ein Bundgatter dargestellt. Der Gatterrahmen ist aus Stahlblech gemacht, um bei größter Festigkeit auch ein geringes Gewicht zu erhalten; so wiegt ein 800 *mm* weiter Gatterrahmen nur 185 *kg*; hiedurch erzielt man einen bedeutend leichteren Gang als bei älteren Gattern, wo der Rahmen bis 700 *kg* wog. Der Antrieb des Gatterrahmens erfolgt von einer unten gelagerten Kurbelwelle aus, die mittels Riementrieb 200—300 minutliche Umdrehungen erhält. Zwei lange Schubstangen verbinden wiederum die zwei Kurbelzapfen mit den zwei Achselzapfen des Gatterrahmens. Auch sind zwei

Schwungräder für den nötigen Gleichgang vorhanden. Der Rahmen wird an vier Stahllinealen *D* geführt, die an dem gußeisernen Gestelle in der Weise befestigt sind, daß ein bogenförmiger Schnitt entsteht

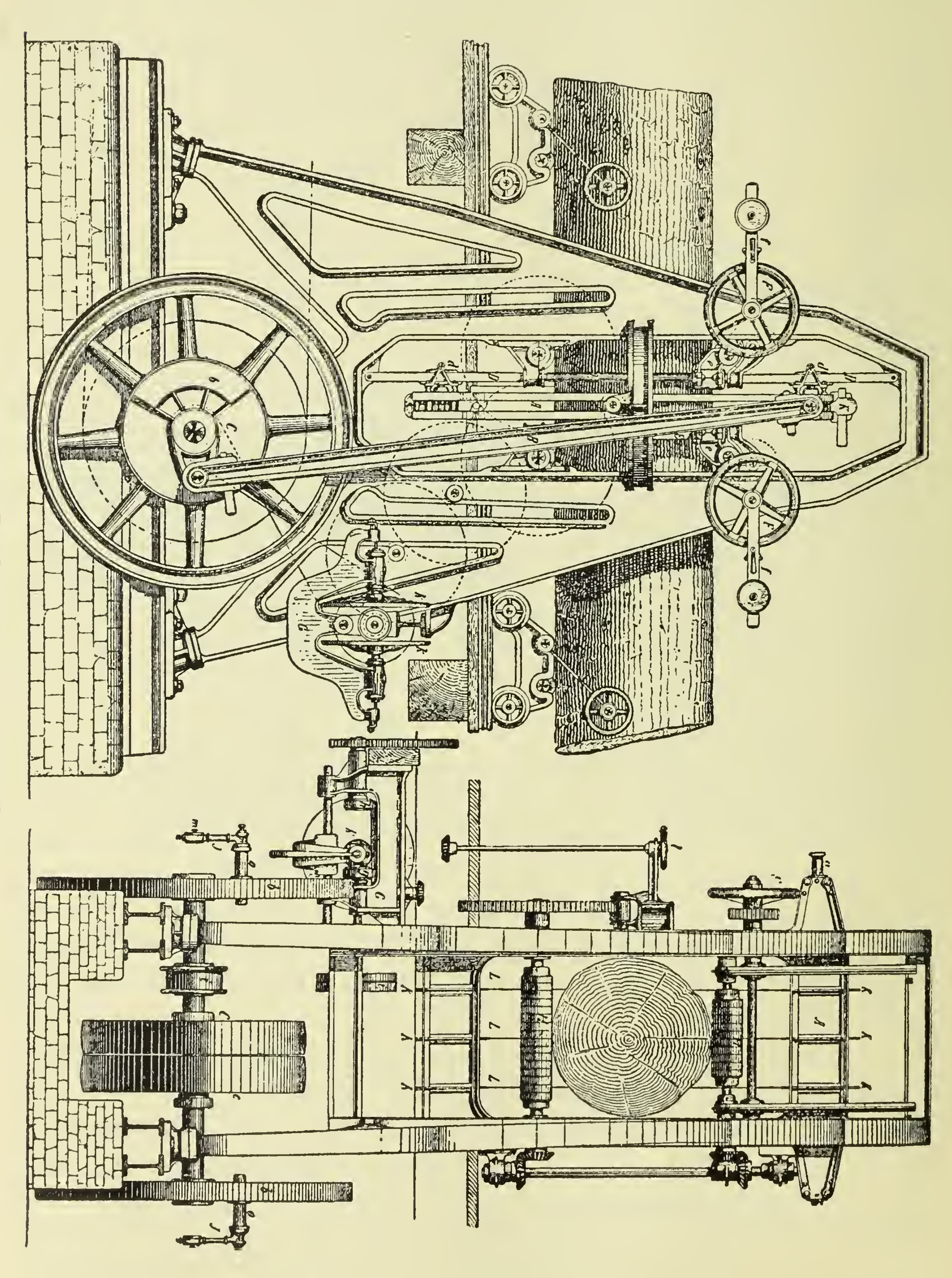


Fig. 295. Bundgatter von R. Teltschik.

(Fig. 296); hiedurch wird das Schneiden erleichtert, da der Druck des Klotzes gegen die Sägeblätter nur gering zu sein braucht, in-

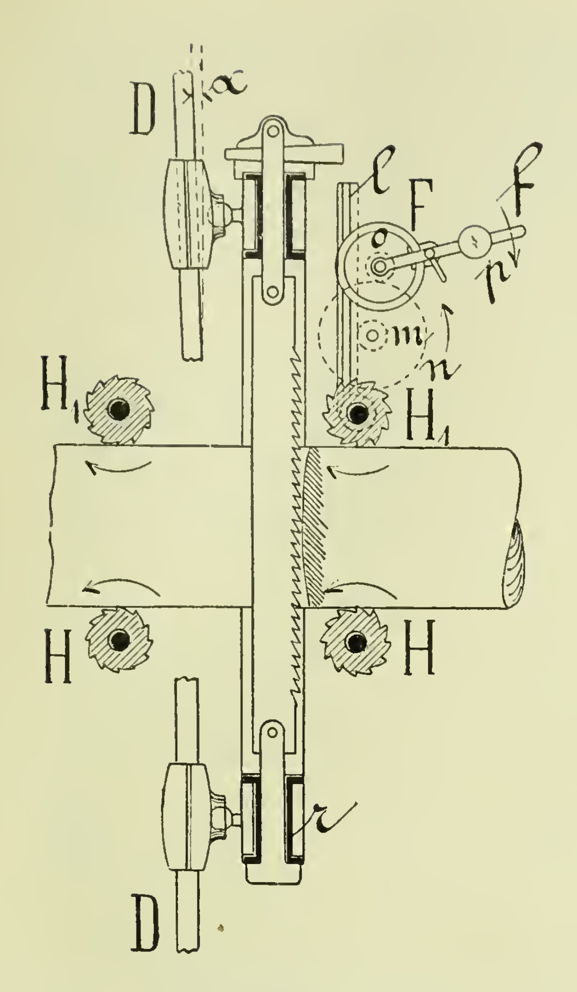


Fig. 296. Bogenförmige Gatterbewegung.

dem nur wenig Zähne gleichzeitig schneiden. Der Klotz wird auf zwei kurzen Klotzwägen, die auf Grubenschienen laufen, dem Gatter zugeführt und mittels vier Riffelwalzen durch das Gatter hindurchgeleitet. Die Schaltbewegung er-

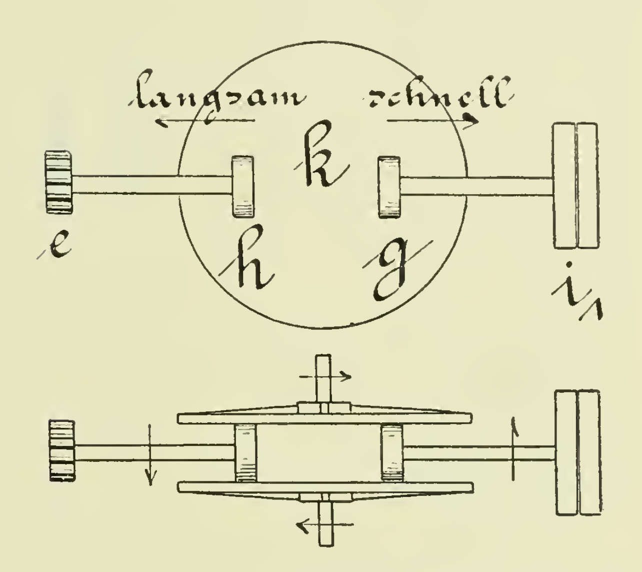


Fig. 297. Stetige Schaltung.

folgt hier andauernd oder kontinuierlich mit gleichmäßiger Geschwindigkeit durch ein eigenes Reibungsgetriebe, bestehend aus zwei Lederkolben g und h (Fig. 297) zwischen zwei gußeisernen Planscheiben k, die mittels Druckschraube gegeneinander gepreßt werden. Der Lederkolben g sitzt auf einer Spindel, die von der Kurbelwelle mittels Riemen angetrieben wird. Diese Drehbewegung wird von den Planscheiben k auf den zweiten Lederkolben h übertragen, der mit einer kurzen Spindel und dreifacher Räderübersetzung die unteren, geriffelten Vorschubwalzen treibt. Wenn man mit einem Handrade die beiden Planscheiben k verschiebt, so wird die Übersetzung geändert. Von den unteren Riffelwalzen H werden die oberen H_1 mittels je zwei Paar Kegelrädern angetrieben; das eine der Kegelräder ist hiebei auf der senkrechten Schaftwelle verschiebbar, damit beim Heben und Senken der Druckwalzen H_1 der Eingriff der Zähne nicht gestört wird. Zugleich sind zwei Druckvorrichtungen (Fig. 296) vorhanden, die die oberen Druckwalzen H_1 niederdrücken. Es ist zu dem Zwecke ein Gewicht p an einem Hebel f verstellbar befestigt und dieser wird mittels eines Klemmbackens an dem Handrade F

festgeklemmt. Das Handrad sitzt auf einem Zapfen gemeinschaftlich mit einem Zahnkolben *o*, der in das Zahnrad *n* eingreift. Die Spindel von *n* reicht über die ganze Gatterbreite und trägt zwei Zahnkolben *m*, die in Zahnstangen eingreifen, an deren unterem Ende die Druckwalzen H_1 gelagert sind.

Das Einhängen der Sägen in den Gatterrahmen und das Anspannen erfolgt mit dem Sägegehänge (Sägeangeln oder Spannkloben). In Fig. 298 ist ein einfacher Spannkloben für ein hölzernes Gatter dargestellt. An den Enden des Sägeblattes sind je zwei etwas unterschnittene Stahlleisten *l* angenietet, die in einen Einschnitt *i* der Angel *a* genau einpassen. Die Angeln gehen durch Öffnungen der Querriegel *r* des Gatters hindurch und die obere Angel wird mit einem Keile *k* angezogen, daß die Säge stark angespannt ist.

Fig. 298. Spannkloben für ein hölzernes Gatter.

Fig. 299. Scharnierangel.

Fig. 300. Überhängen der Säge.

Die Scharnierangel (Fig. 299) ist insofern vollkommener, als durch den Zapfen *z* ein gleichmäßiges Anspannen des Sägeblattes gesichert erscheint. Die in Fig. 296 gezeichneten Angeln sind mit dem Sägeblatt unmittelbar durch je einen Niet verbunden und haben den Nachteil, daß nach eingetretener Abnützung der Säge der Zug nicht mehr durch die Blattmitte erfolgt.

Je nach der Stärke des Sägeblattes ist die Kraft zum Anspannen verschieden und beträgt im Mittel 10 *kg* auf 1 mm^2 Blattquerschnitt.

Der Sägemeister beurteilt die Spannung nach dem Klange, den er durch Zupfen an der Säge erzeugt.

Je nach der Art des Vorschubes muß das Sägeblatt mit den oberen Zahnspitzen gegen die unteren etwas überhängen (Fig. 300).

Erfolgt der Vorschub des Klotzes nur während des Niederganges der Säge, so braucht das Überhängen nur so groß zu sein, daß sich die Sägezähne beim Hinaufgange etwas abheben. Erfolgt der Vorschub während des Hinaufganges der Säge, so muß sie um den ganzen, ruckweisen Vorschub v überhängen, bei ununterbrochenem Vorschub um $\frac{v}{2}$.

Diese Sägemaschine kann man auch beim Hinaufgange des Gatterrahmens schneiden lassen, wenn man den Sägeblättern die Zahnform Fig. 284 *d* gibt, so daß die untere Hälfte des Blattes nach abwärts und die obere Hälfte nach aufwärts zu schneidet. Die Führungslineale des Gatterrahmens müssen dann ebenfalls geneigt sein, aber nach der entgegengesetzten Seite, als es in Fig. 296 gezeichnet ist.

Will man bei gerader Gatterführung nach beiden Richtungen schneiden, dann muß die Zahnspitzenlinie von der Mitte aus nach beiden Enden zu gegen die Bewegungsrichtung etwas geneigt stehen, so daß also das Sägeblatt in der Mitte um den halben Vorschub $\left(\frac{v}{2}\right)$ breiter ist; der eine halbe Vorschub erfolgt wiederum beim Hinabgange, der andere beim Hinaufgange der Säge.

Ein Vollgatter von der Maschinenfabrik „Erfordia“ ist auf der Tafel I dargestellt. Der aus Gußstahl hergestellte Gatterrahmen G wird im Gestell in vier Führungen F gehalten und mittels zweier Schubstangen U, die an den Achselzapfen Z angreifen, auf und nieder geführt. Die unteren Schubstangenköpfe sind an Kurbelzapfen angeschlossen, die in zwei Schwungrädern S befestigt sind. Die Welle dieser zwei Schwungräder ruht in zwei Ringschmierlagern und trägt in der Mitte eine Fest- und Leerscheibe für den Antriebsriemen. Der Vorschub des Klotzes erfolgt mit vier geriffelten Walzen. Die unteren zwei Walzen a und b erhalten den Antrieb mittels zweier großer Zahnräder c und d, die von einem dazwischen befindlichen Zahnkolben e gedreht werden, u. zw. erfolgt diese Drehung ruckweise, indem e mit dem Friktionsrad f verbunden ist, welches durch die Friktionsklinke g weitergeklinkt wird. Eine Gegenklinke verhindert den Rücklauf. Die Klinke g ist an dem zweiarmigen Hebel h angeordnet, welcher durch die Schubstange i von der Gegenkurbel k aus eine schwingende Bewegung erhält. Die Größe der Schaltung, also die Vorschubgeschwindigkeit, läßt sich durch Verstellung des Kupplungszapfens l von 1 bis 10 *mm* verändern.

Die oberen Riffelwalzen m und n erhalten den Antrieb von einer unteren mit der Kette p, die nach Fig. 302 so geführt ist, daß sie

ein Heben und Senken der Druckwalzen *m* und *n* ermöglicht. Die Kette ist zu dem Zwecke über die Leitrolle *l* geführt und hängt ein Stück lose herab.

Man könnte auch die Anordnung nach Fig. 303 treffen, bei der von einer Treibrolle *t* alle vier Riffelwalzen angetrieben werden und zwei Leitrollen *l* das Heben und Senken der Walzen *m* und *n* ermöglichen.

Sie werden niedergedrückt, indem die Hülsenlager dieser Walzen von den unteren Enden der Zahnstangen *q* gebildet werden, in welche die Zahnkolben *r* eingreifen. Auf den Spindeln der Zahnkolben *r* sitzt je ein Zahnrad *s*, in das ein Kolben *t* eingreift, der mit dem Gewichtshebel *u* gedreht wird, indem eine Klinke *v*, die am Hebel *u* mit einem Zapfen verbunden ist, in ein daneben befindliches Sperrad eingreift. Die Gegenklinken *w* ermöglichen das Festhalten der Frik-

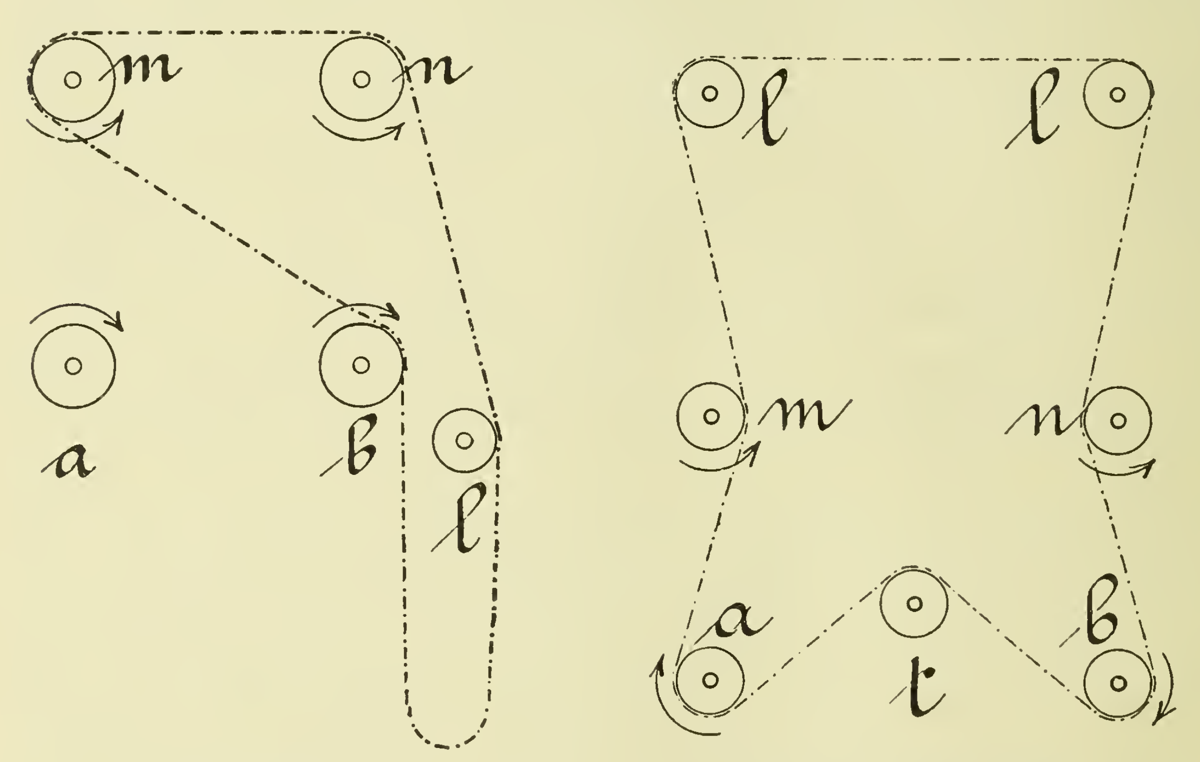


Fig. 302.
Kettenantrieb der oberen Riffelwalzen.

Fig. 303. Kettenantrieb der oberen und unteren Riffelwalzen.

tionswalzen in der oberen Stellung. (Vgl. auch Fig. 296, Seite 207.) Das Handrad x dient dazu, mit Hilfe eines Zahnkolbens und einer Zahnstange die Riemengabel des Antriebriemens zu verschieben. Mit dem Handrade *y* kann man zwei Bremsbacken anziehen, die gegen die Schwungräder gedrückt werden, um die Maschine schnell zum Stillstand zu bringen. *l*, *x* und *y* kann man zweckmäßig von derselben Stelle aus handhaben.

Die Vollgatter werden mit 450—1050 *mm* lichter Rahmenweite gebaut, arbeiten mit 160—270 minutlichen Schnitten und brauchen zum Antrieb je nach der Rahmenweite $2^1/_4$—$4^1/_2$ PS zum Leerlauf und für jedes eingehängte Sägeblatt etwa $^1/_2$ PS mehr.

Die horizontale Blocksäge (Fig. 304) findet besonders zum Schneiden von wertvollen Hölzern Verwendung, um nach jedem Schnitte die Struktur und das Aussehen des Holzes dahin zu untersuchen, ob beim nächsten Schnitte ein dünneres oder dickeres Brett abzutrennen ist; sie wird aber auch zum Bauholzschneiden mit Vorteil benützt.

Der Sägerahmen trägt hier das Sägeblatt an einer Seite und wird mittels Pockholz-Gleitschuhen an einem horizontalen Führungstisch *t* geführt; außerdem erhält das Sägeblatt selbst noch eine besondere Führung an den beiden Gleitbacken *g*. Die Sägerahmenführung wird von

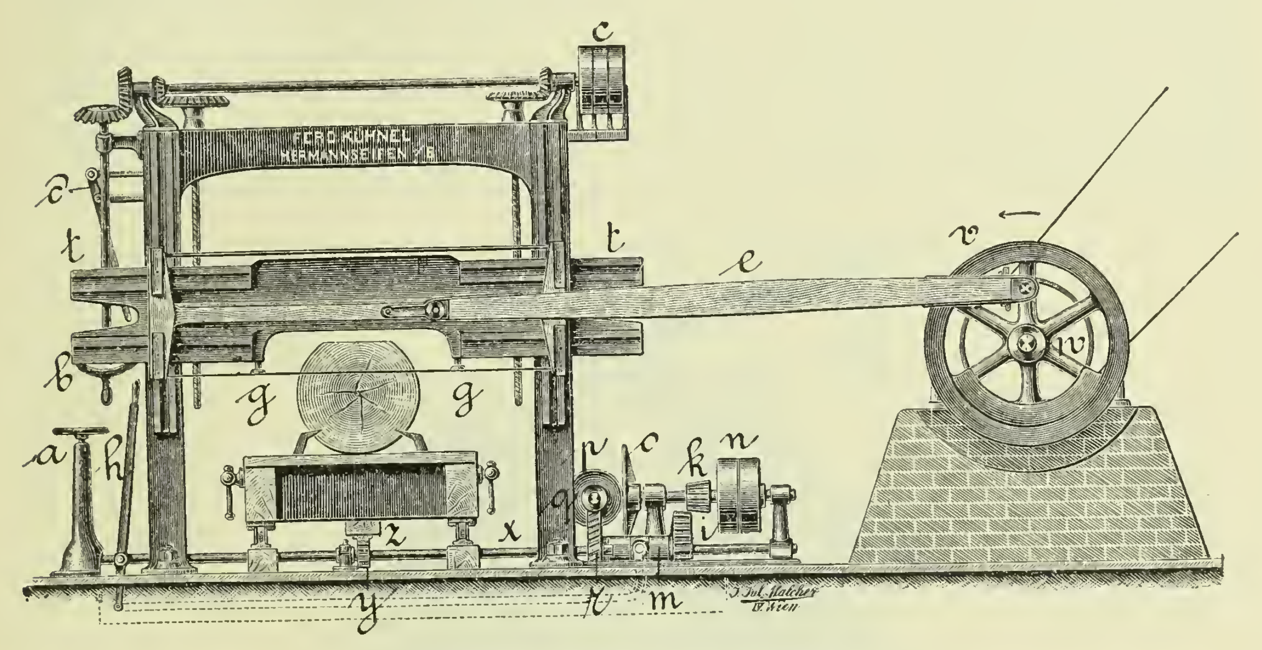


Fig. 304. Horizontale Blocksäge.

zwei Seitenständern getragen und läßt sich mit zwei Schrauben, die mittels des Handrades *b* und einer zweifachen Räderübersetzung gedreht werden können, nach jedesmaligem Schnitte um die Brettdicke tiefer stellen. Die Riemenscheibe *c* ermöglicht die Höher- und Tieferstellung mit einem offenen und einem geschränkten Riemen.

Der Antrieb des Gatterrahmens erfolgt durch die seitlich angeordnete Kurbelwelle *w*, die von einem Riemen angetrieben wird und zur Erzielung des nötigen Gleichganges ein Schwungrad *v* trägt. Die hölzerne Schubstange *e* greift in der Mitte des Gatterrahmens an.

Der hölzerne Blockwagen läuft auf Schienen zwischen den beiden Seitenständern hindurch und trägt den mit Schraubzwingen festgehaltenen Block. Der Wagen besitzt unten eine lange Zahnstange *z*, in die der Zahnkolben *y* eingreift. Letzterer erhält den Antrieb von der Riemenscheibe *n* über die beiden Reibungsräder *o* und *p*, Schnecke *q* und Schneckenrad *r* auf die Welle *x*, die den Zahnkolben *y* trägt.

Der schnelle Rücklauf des Wagens wird durch Verschieben des Muffes *m* mittels des Handhebels *h* erreicht, indem dann das Schneckenrad *r* von der Welle losgekuppelt wird, dagegen die beiden Zahnräder *i* und *k* in Eingriff kommen. Statt der Zahnräder *i* und *k* verwendet man auch konische Friktionsräder. Das Handrad *a* dient zur Verschiebung des Riemens auf *n*, der Hebel *d* zur Verschiebung der Riemen auf *c*.

Diese Säge schneidet beim Hingang und beim Hergang. Die Zahnform ist daher für den Schnitt nach beiden Richtungen eingerichtet, wie es Fig. 284 *d* zeigt. Diese Gatter können mit einer Schnittgeschwindigkeit von 4 bis 7 *m* arbeiten, während die stehenden Gatter infolge des größeren Gewichtes des Gatterrahmens nur $2^1/_2$ bis 4 *m* vertragen. Die Betriebskraft ist bei 630 *mm* Gatterweite, 520 *mm* Sägenhub und $n = 320$ etwa 4 PS, bei 1200 *mm* Gatterweite, 750 *mm* Sägenhub und $n = 220$ etwa 6 PS.

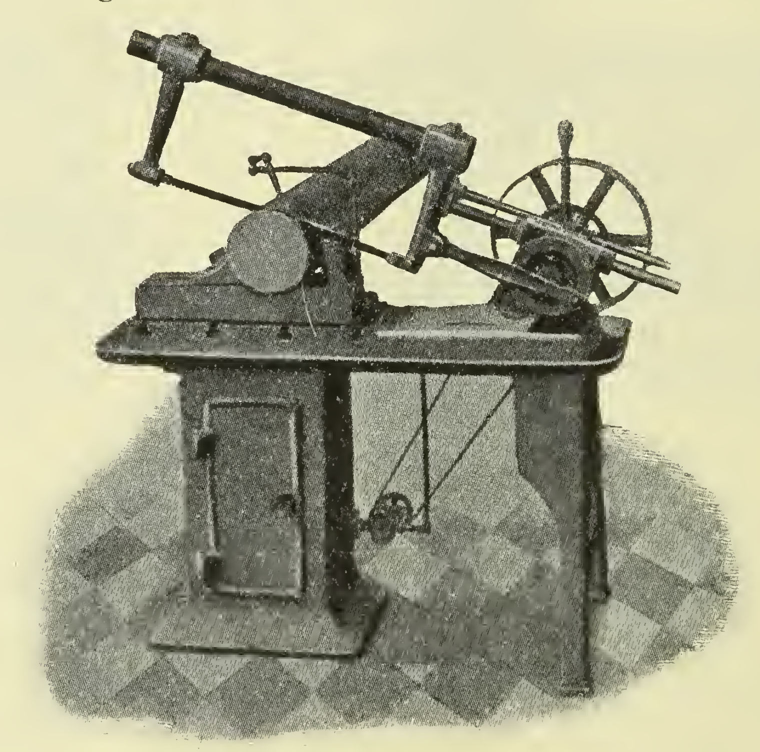


Fig. 305. Rahmensäge mit veränderlicher Schnittrichtung.

Fig. 305 zeigt eine Rahmensäge für Metall von E. Herbert. Das Sägeblatt bildet die eine Seite eines rechteckigen Rahmens, der durch eine Schubstange und Kurbel eine hin und her gehende Bewegung erhält. Gleichzeitig wird der Rahmen mittels zweier Führungsstangen in langen Hülsen gerade geführt. Damit die Säge gut greift, dürfen nur wenig Zähne zu gleicher Zeit zum Angriff kommen, die Schnittlinie muß kurz sein; man erteilt daher beim Sägen von Hand aus dem durchzuschneidenden Rundeisen, Gasrohr u. s. w. zeitweise eine

kleine Drehung; bei der abgebildeten Maschine geschieht dies selbsttätig, indem die Führungshülse auf einem Exzenter aufruht, welches nach je 20 Hüben der Säge eine kleine Drehung erhält, wobei jedesmal die Richtung der Schnittbewegung geändert wird. Die Säge macht 100 Hübe in der Minute; eine kleine Pumpe unten am Gestell sorgt für einen reichlichen Umlauf des Schmiermittels.

b) Schweifsägen.

Als Schweifsägen werden sehr vorteilhaft die Bandsägen verwendet; bildet jedoch der zu führende Schnitt eine geschlossene Kurve, so muß man das Sägeblatt durch ein vorgebohrtes Loch hindurchstecken, man ist also auf ein kurzes Sägeblatt angewiesen, dessen Enden sich bequem von der Einspannvorrichtung lösen lassen. Das Sägeblatt ist entweder in einem Rahmen eingespannt, oder man zieht das obere Ende des Sägeblattes mit einer Feder nach oben, während

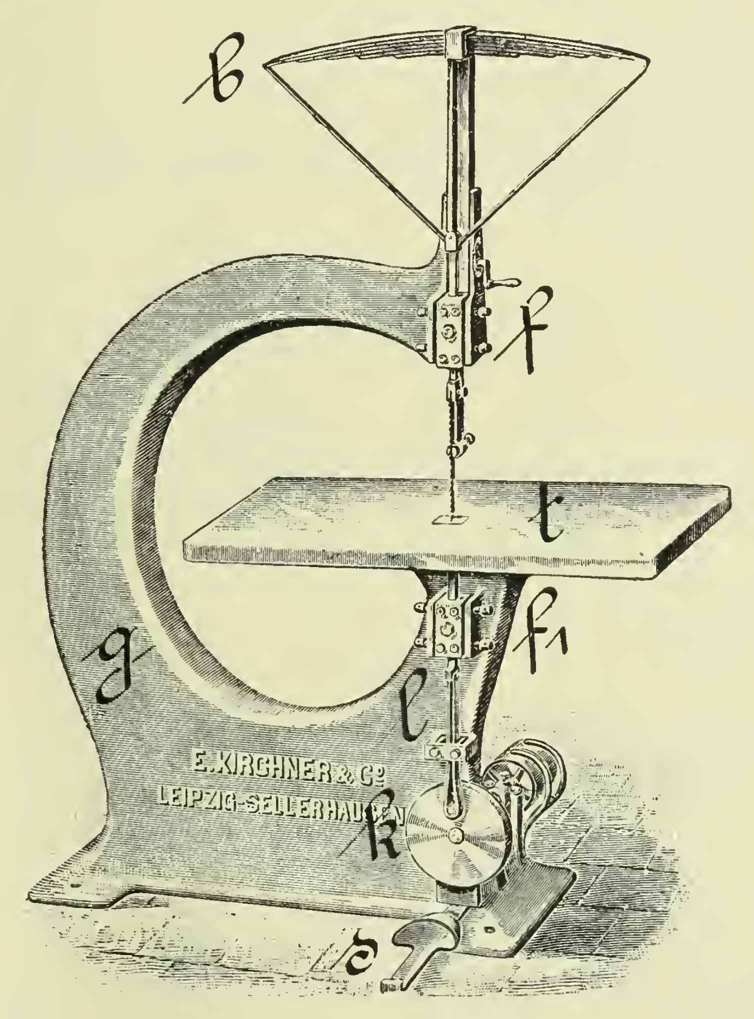


Fig. 306. Schweifsäge.

das untere Ende mit einem Kurbelgetriebe verbunden ist. Das weit ausladende Hohlgußgestell *g* der in Fig. 306 dargestellten Schweifsäge (Decoupiersäge) gestattet, auf dem Tische umfangreiche Werkstücke

aufzulegen. Nahe am Boden befindet sich die mit Fest- und Losscheibe versehene Kurbelwelle mit der Kurbelscheibe *k*. Über dem Tische ist die obere Führung *f* des Sägeblattes mitsamt der Blattfeder *b* verstellbar angeordnet. Unter dem Tische gleitet der untere Sägenhalter in einer ähnlichen nachstellbaren Führung f_1 und die Verbindung mit dem Kurbelzapfen ist durch einen Lederriemen *l* hergestellt. Die Ein- und Ausrückung wird bequem mit dem Fuße bewerkstelligt, indem man mit dem am Boden liegenden Schuh *s* die Riemengabel verschiebt. Die Maschine arbeitet mit 900—1200 Umdrehungen und beansprucht 0·5 PS.

c) Bandsägen.

Eine Bandsäge leichter Bauart ist in Fig. 307 dargestellt. Das Sägeband wird über zwei mit einem Kautschukbelag versehene Rollen gelegt, wovon die untere festgelagert ist und den Antrieb mittels Riemen erhält, während die obere Rolle mit ihrer Lagerung auf zwei

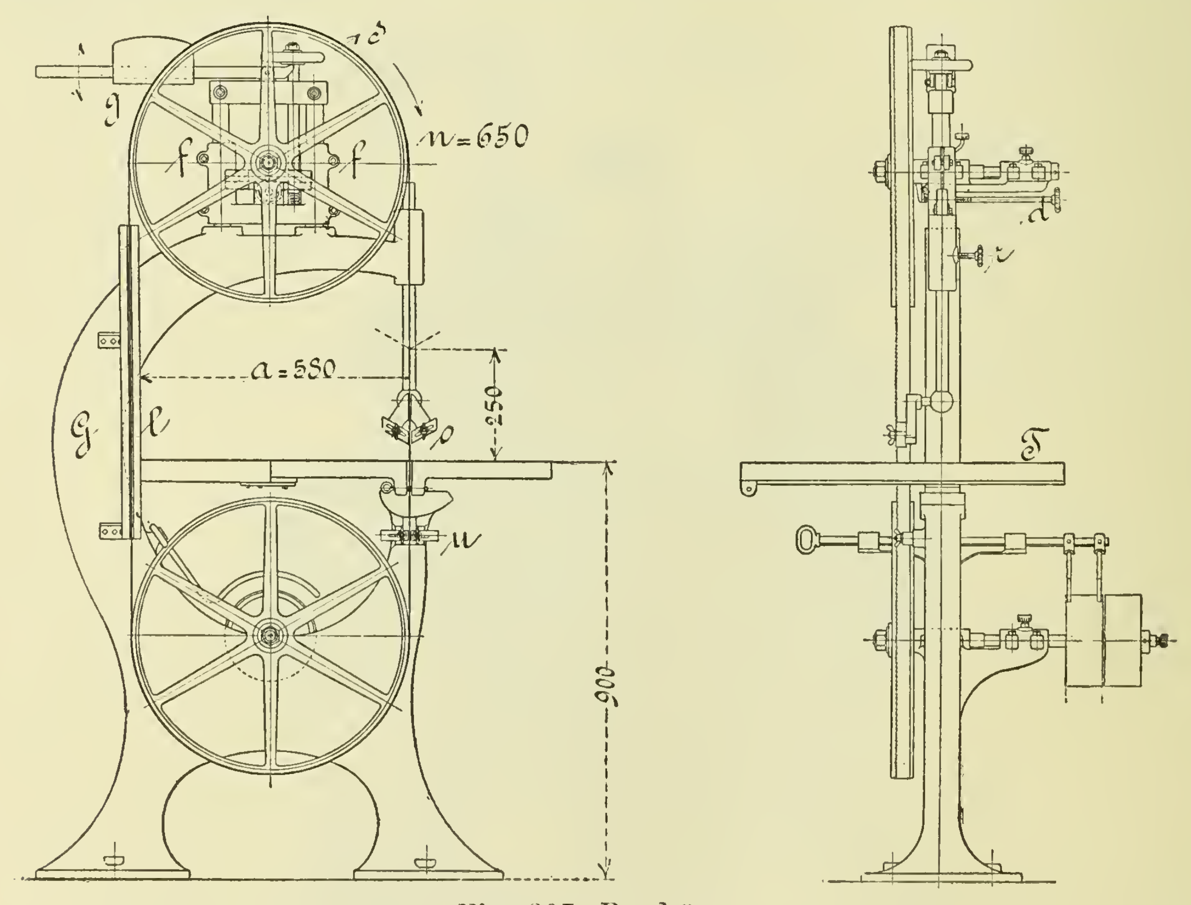


Fig. 307. Bandsäge.

senkrechten Führungssäulen gleitet. Durch einen mit dem Gewichte *g* belasteten Hebel, der unter dem Handrade der Schraube *s* angreift, wird die obere Rolle hinauf gedrückt, wodurch die Säge, die sich beim Schneiden ausdehnt, stets in gleicher Spannung bleibt. Das Sägeblatt geht durch einen Schlitz des gußeisernen Tisches *T* und wird über und unter dem Tische zwischen Holzbacken *o* und *u* geführt.

Die oberen Holzbacken sind der Dicke des zu sägenden Holzstückes entsprechend zum Höher- und Tieferstellen eingerichtet und mit der Klemmschraube *r* feststellbar, so daß die größte Holzdicke 250 *mm* betragen kann. Schiebt man beim Sägen das Holz vor, so sucht die Säge zurückzuweichen und man bringt daher neben den oberen Holzbacken *o* für die Seitenführung auch noch eine Rückenführung an. Selbe besteht entweder einfach aus einem festen Stahlklötzchen oder

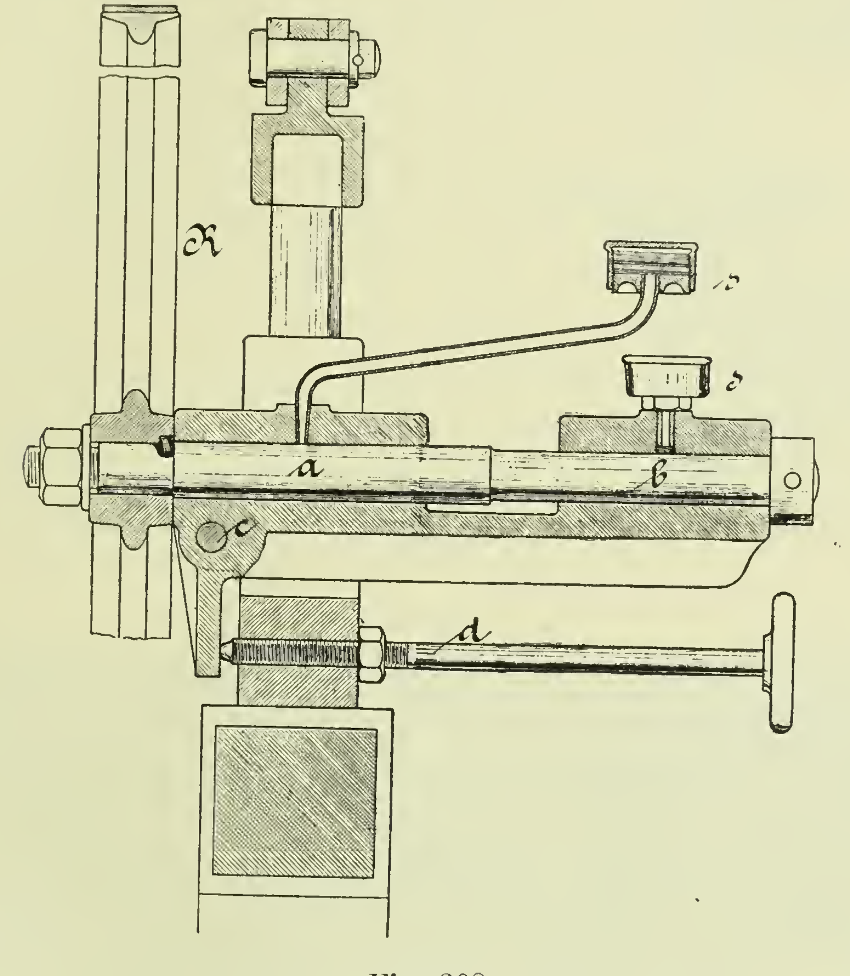


Fig. 308.

aus einer drehbaren Stahlrolle, gegen deren Mantelfläche sich der Sägerücken tangential anlegt — oder aus einer drehbaren Stahlscheibe, die vom Sägerücken in einer Sehne berührt wird. Falls das Sägeblatt reißt, wird es von zwei Schutzleisten *l* gehalten, damit der Arbeiter nicht verletzt wird. Auf die Haltbarkeit der Sägen hat die Größe der Rollen *D* im Verhältnis zur Blattdicke *s* der Säge großen Einfluß; wie Herm. Fischer zuerst nachgewiesen hat, ist die Biegungsbeanspruchung des Sägeblattes beim Auflegen auf die Rollen sehr groß und beträgt z. B. bei einem Elastizitätsmodul des gehärteten Stahlblattes von 30000 und für $\frac{s}{D} = \frac{1}{1000}$ für das Quadratmillimeter 30 *kg*. Hiezu

kommt noch die nützliche Spannung des Sägeblattes, die Herm. Fischer, wenn *s* die Blattdicke in *mm*, mit

$$S\,kg = 400\,\mathrm{s} \text{ also } 400\; s^2$$

annimmt, so daß Sägeblätter nicht selten mit 50 kg/mm^2 beansprucht erscheinen.

Bei der in Fig. 308 dargestellten Lagerung der oberen Sägerolle sind die beiden Lager *a* und *b* zu einem um *c* drehbaren Gußkörper vereinigt und man kann mit der Stellschraube *d* die Rolle *R* beliebig einstellen, so daß das Sägeband richtig in der Mitte läuft und ohne Hilfe einer Bordscheibe das Hinabgleiten beim Schneiden vermieden wird. Anstatt der Fettschmierung der Lager mit den Staufferbüchsen *s* findet man jetzt die Ölschmierung mit Schleppring vorteilhafter, indem letztere erst nach Wochen einmal nachgesehen zu werden braucht und die Zapfenreibung geringer ist.

Die Schnittgeschwindigkeit beträgt bis zu 30 *m* in der Sekunde. Kleinere Bandsägen beanspruchen für den Leergang etwa 0·1 bis 0·3 P S. Der Arbeitsbedarf beim Schneiden hängt von der stündlichen Schnittfläche in m^2 ab, von dem Zustande der Sägezähne und von der Holzart. Kleinere Bandsägen beanspruchen 3—5 P S.

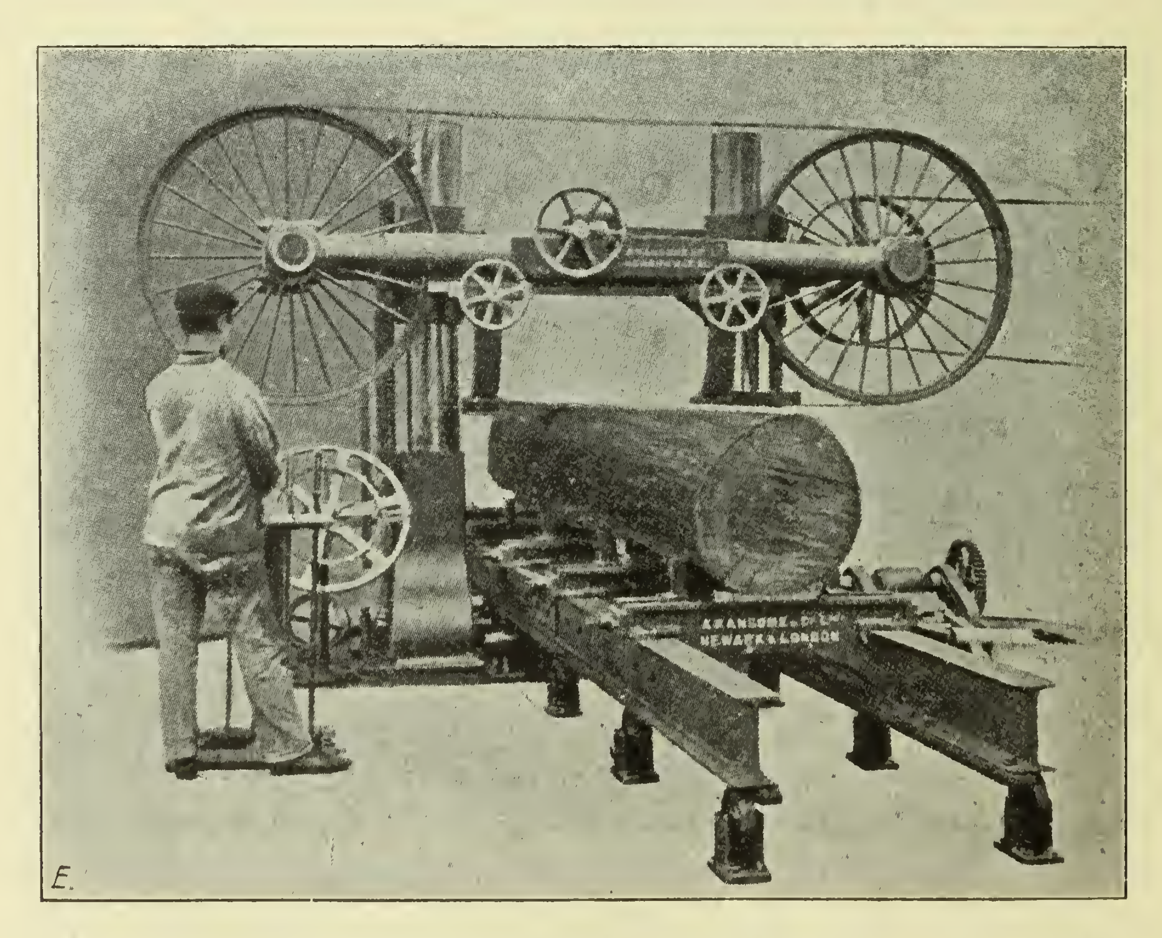


Fig. 309. Ransomes horizontale Bandsäge für Klötzer bis zu 1·8 *m* Dicke.

Die Blockbandsägen Fig. 309, die zum Zerteilen dicker Blöcke dienen, also an Stelle von Gattersägen Verwendung finden, werden sowohl mit senkrechter wie mit wagrechter Anordnung des Sägeblattes ausgeführt. Der zu zerlegende Block wird gewöhnlich auf einem langen Blockwagen befestigt und der Säge mittels Zahnstangenantrieb zugeführt. Solche Sägen sind sehr leistungsfähig, die Vorschubgeschwindigkeit beträgt bei hartem Holze bis 12 *m*, bei weichem Holze bis 24 *m*/Min., die Rücklaufgeschwindigkeit des Wagens 60 *m*/Min.; die Betriebskraft ist 35 PS.

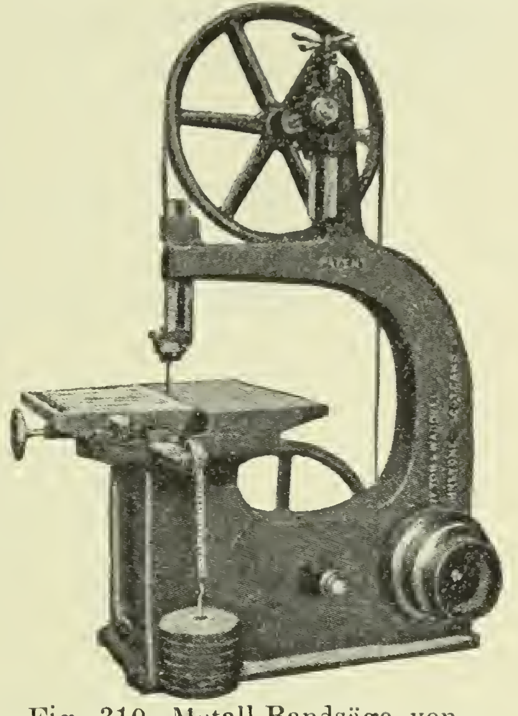


Fig. 310. Metall-Bandsäge von Clifton & Waddell in Schottland.

Die Bandsägen für Metall (Fig. 310) sind ähnlich gebaut, die sekundliche Schnittgeschwindigkeit ist aber bloß 0·3—1 *m*; daher erfolgt der Antrieb der unteren Scheibe mit einem Rädervorgelege. Die Zahnteilung der Säge ist für weiche Metalle 4 *mm*, für harte Metalle 2 *mm*. Das Werkstück wird auf dem Tische befestigt, dieser mittels einer Kette und einem daran hängenden Gewichte verschoben und hiedurch das Werkstück gegen die Säge gedrückt. Diese dient zum Schneiden von Blech, Ausschneiden von Gabelköpfen, Abschneiden von Rundeisen und für ähnliche Arbeiten.

V. Schneidende, durch Drehung betätigte Werkzeuge und deren Werkzeugmaschinen.

1. Kreissägen.

Die Kreissägen sind die einfachsten Sägemaschinen; sie bestehen nach Fig. 311 aus einem scheibenförmigen, am Umfang mit Zähnen versehenen Stahlblatt, das auf einer in zwei zusammengegossenen Lagern l_1 und l_2 gelagerten Welle w befestigt ist und von einer auf dieser Welle sitzenden Riemenscheibe r eine rotierende Bewegung erhält. Die Welle ist unterhalb eines Tisches t angeordnet; die Säge ragt möglichst weit durch einen mit Holzleisten gefütterten Spalt über der Tischfläche vor, damit man möglichst dicke Arbeitsstücke durchschneiden kann. Das Arbeitsstück wird auf den Tisch t aufgelegt und entweder von Hand oder mittels eines Vorschubmechanismus der Säge zugeschoben.

Die Befestigung der Säge auf der Spindel muß g e n a u zentrisch erfolgen; man hat daher bei größeren Sägen eine eigene, in Fig. 312 dargestellte Einrichtung, bestehend aus einer kegelförmig zugespitzten Schraube *s*, die beim Hineinschrauben in die Sägespindel drei radiale Dübel *d* gleichzeitig nach außen drückt. Das Sägeblatt

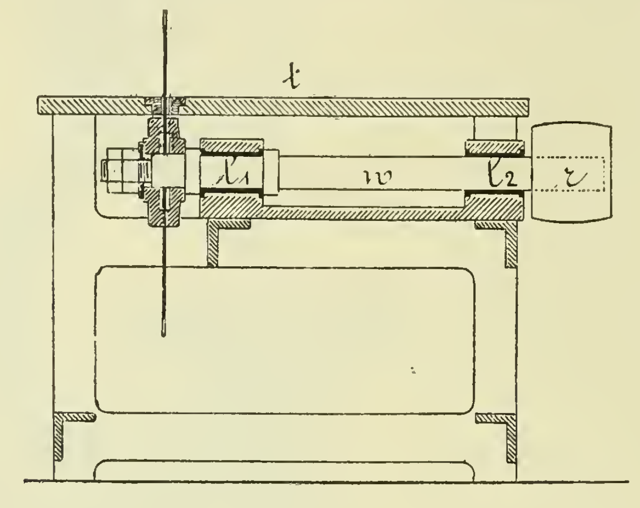


Fig. 311. Kreissäge.

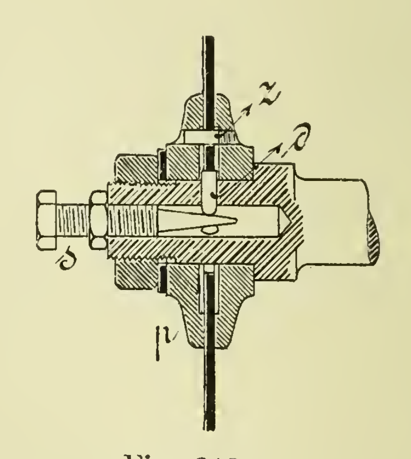


Fig. 312.
Zentrierung des Sägeblattes.

wird zwischen zwei Stahlscheiben *p* festgeklemmt; bei großen Sägen ist auch noch ein Mitnehmerzapfen *z* vorhanden.

Infolge der vielen schweren, selbst tödlichen Unfälle, die bei diesen Sägen vorkommen, sind Schutzvorrichtungen vorgeschrieben.

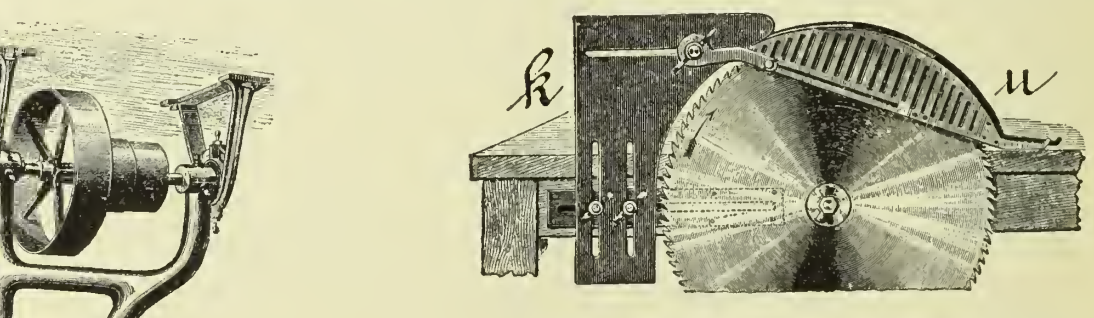


Fig. 313. Schutzvorrichtung bei Kreissägen.

Die in beistehender Fig. 313 dargestellte ist eine Kombination eines Spaltkeiles *k* mit einem Schutzkorbe *u*. Der Spaltkeil dient dazu, das Erfassen und Zurückschleudern durchgeschnittener Holzstücke gegen den Kopf des Arbeiters zu verhindern, während der Schutzkorb den Arbeiter hindert, in

Fig. 314.
Pendelsäge.

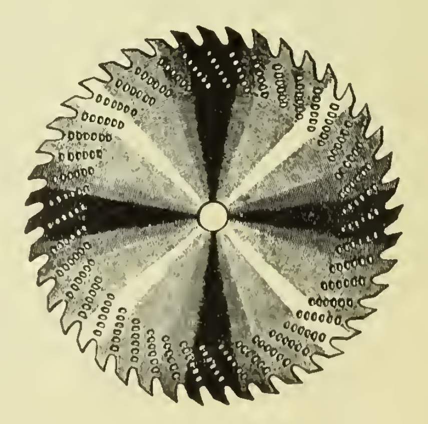


Fig. 315.
Gelochtes Sägeblatt.

den Bereich der Säge hineinzugreifen. Unterhalb des Tisches sind an den beiden Seiten des Sägeblattes zwei dasselbe überragende Schutzgitter anzubringen.

Beim Quersägen langer Hölzer ist es vorteilhaft, der Säge nebst der Arbeits- auch die Schaltbewegung zu erteilen; eine solche Säge, eine sogenannte „Pendelsäge", ist in Fig. 314 dargestellt.

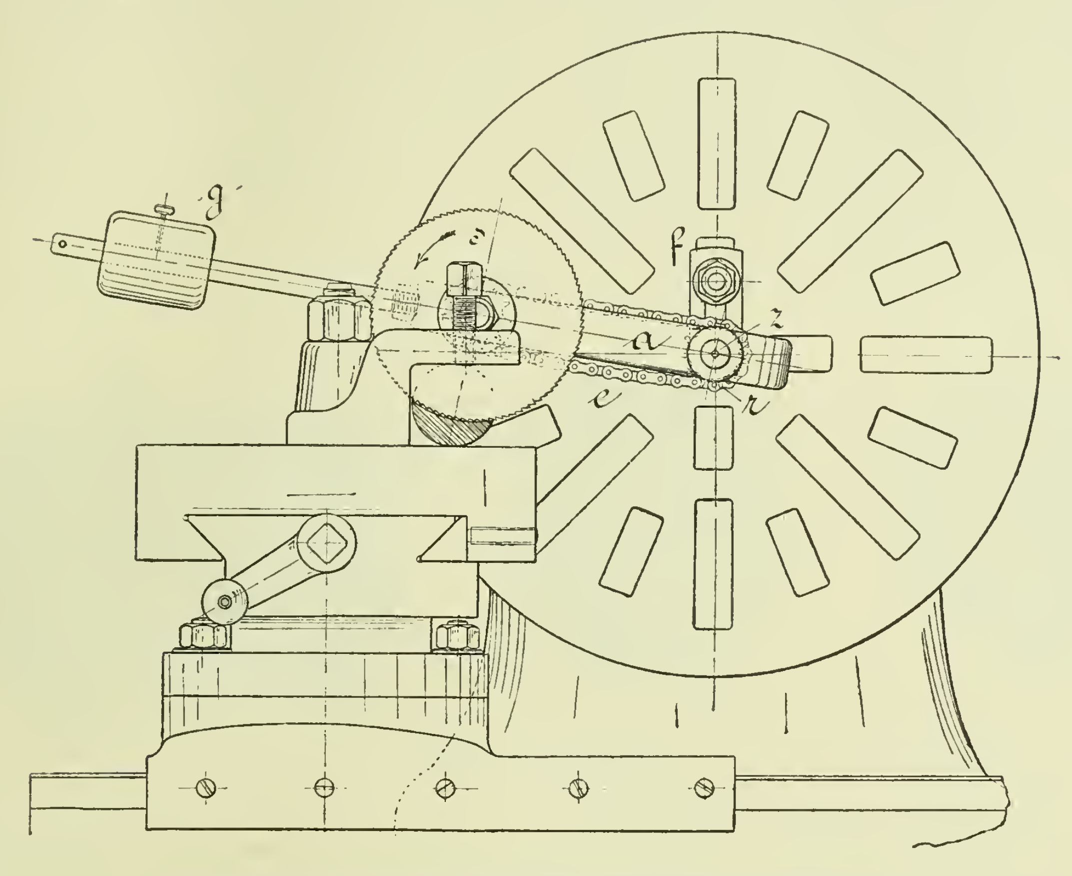


Fig. 316. Kreissäge, auf einer Drehbank montiert.

Die Sägeblätter sind aus Tiegelgußstahl hergestellt; sie haben entweder Naturhärte, die sie durch Auswalzen in etwas kälterem Zustande erlangen, wie die Heißeisensägen, oder sie sind gehärtet und bis zu einer gewissen Anlauffarbe angelassen, so daß sie sich noch schränken lassen; sie heißen dann doppeltgehärtete Sägen.

Kreissägeblätter dürfen nicht zu dünn sein, damit sie nicht die „Spannung" verlieren. Hat ein Kreissägeblatt durch Warmlaufen Beulen bekommen, so muß man es durch Hammerschläge wieder geraderichten; diese Arbeit erfordert große Übung.

Hartes Holz verlangt eine feinere Zahnung des Sägeblattes, auch darf der Vorschub nur halb so groß sein wie bei weichem Holze. Die sekundliche Geschwindigkeit am Umfang soll 50 *m* betragen. Vorteilhaft sind die perforierten Sägen, welche hinter den Zahnlücken eine Reihe von Löchern haben, die für das Schärfen die Richtung angeben und beim Schneiden das Sägeblatt kühlen (Fig. 315).

Kreissägen für Metall stellen dünne Scheibenfräser vor, die mit derselben Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeit arbeiten wie Fräser. Die in Fig. 316 gezeichnete Kreissäge *s* läßt sich bequem und schnell auf einer Drehbank montieren, indem man den Zapfen *z* mit dem Fuße *f* an der Planscheibe zentrisch festschraubt. Auf dem Zapfen ist ein Kettenrad *r* befestigt und ein Arm *a* drehbar angeordnet, der die Kreissägespindel mit noch einem Kettenrade trägt. Eine Gallesche Kette *e* überträgt die Drehbewegung von der Drehbankspindel auf die Sägespindel. Das Gewicht *g* bewirkt das Niederdrücken der Säge auf das Arbeitsstück, z. B. Rundeisen, das hier im Support eingespannt wird.

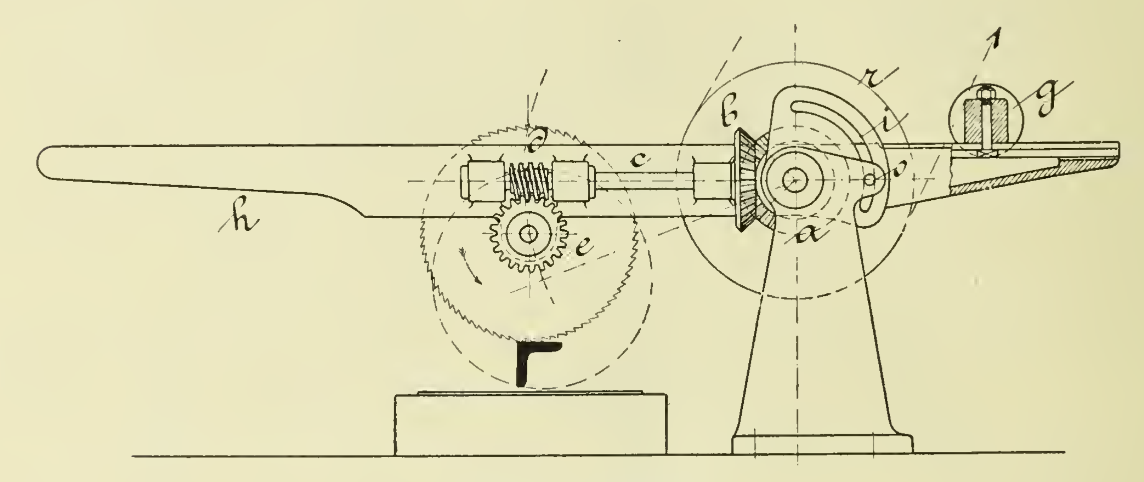


Fig. 317. Kaltsäge.

Eine Kreissäge mit Riemenbetrieb ist in Fig. 317 dargestellt; sie eignet sich besonders zum Abschneiden von Winkeleisen, Schienen, Trägern u. dgl. Der Antrieb erfolgt von der Riemenscheibe *r* über die zwei Kegelräder *a* und *b* auf die Welle *c*; von da mit der Schnecke *d* auf das Schneckenrad *e*, welches auf der Sägespindel festsitzt. Der Hebel *h* drückt durch sein Eigengewicht die Säge nieder; das Gegengewicht *g* gestattet, den Druck dem Querschnitte und Material des Werkstückes entsprechend zu regeln. Der Bolzen *o*, der in den Schlitz *i* hineinragt, begrenzt den Niedergang der Säge, damit sie nicht in den Tisch einschneidet.

Die in den Walzwerken verwendeten Heißsägen, die zum Ablängen der gewalzten Schienen, Träger etc. dienen, sind Pendelsägen, die eine Geschwindigkeit von 60 *m* pro Sekunde besitzen, bei einer Zahnteilung von 20 bis 30 *mm*. Die große Geschwindigkeit ermöglicht das Durchschneiden einer rotglühenden Eisenbahnschiene in etwa 10 Sekunden, so daß also das Werkstück mehrmals durchgeschnitten werden kann, ehe es sich merklich abkühlt.

2. Metallfräser.

Unter einem Fräser versteht man im allgemeinen einen Rotationskörper, der am Umfang mit Schneiden versehen ist, die hintereinanderfolgend zur Wirkung kommen.

Nach der Stellung der Schneiden unterscheidet man Achsial-, Zylinder- oder Walzenfräser (Fig. 318), bei der sie parallel zur Achse oder in Schraubenlinien auf der Mantelfläche eines Zylinders liegen, und Radial- oder Stirnfräser (Fig. 319 und 320), bei der sie radial, senkrecht zur Fräserachse liegen; gewöhnlich ist bei letzteren auch die Mantelfläche des Fräserkörpers gezahnt.

Den Mantelfräsern wird das Arbeitsstück so zugeführt, daß die Fräserzähne das Arbeitsstück zurückzustoßen suchen (Fig. 321). Hiebei

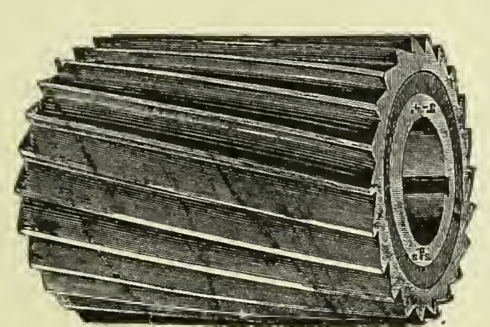


Fig. 318. Walzenfräser mit gefrästen Zähnen.

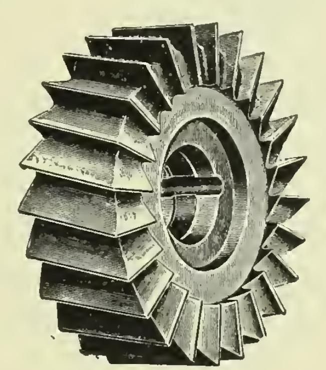


Fig. 319. Walzen-Stirnfräser, rechts schneidend.

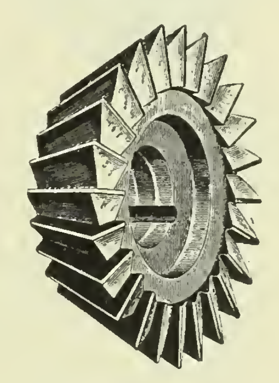


Fig. 320. Winkel-Stirnfräser, links schneidend.

zeigt sich die Eigentümlichkeit, daß jeder Fräserzahn einen kommaähnlichen Span ablöst, der zu Anfang sehr dünn ist und erst weiter-

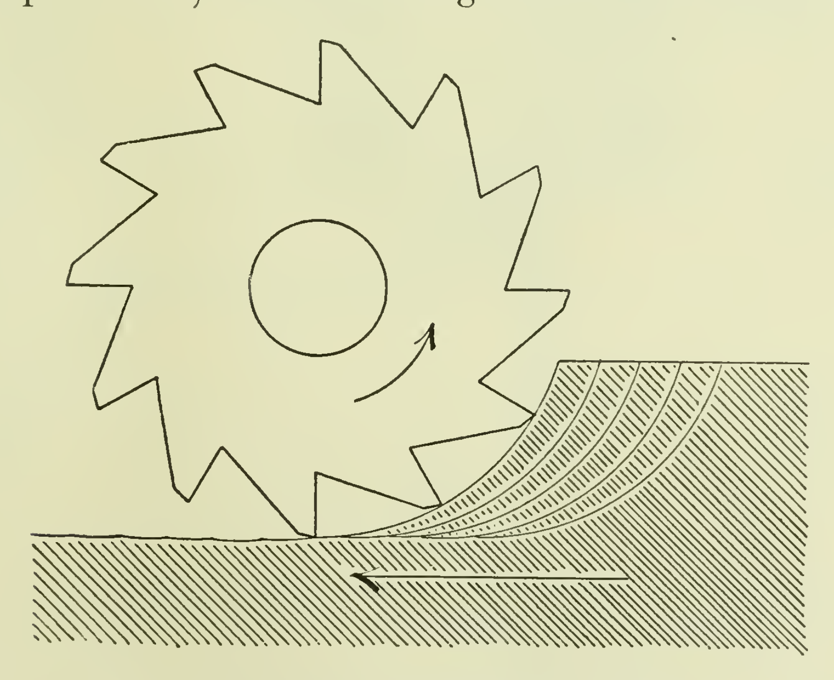
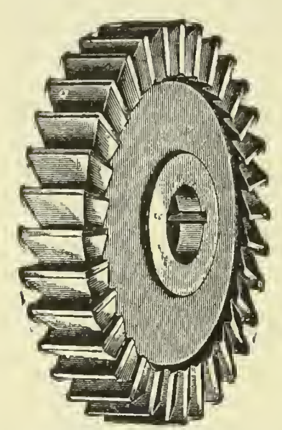


Fig. 321. Spanabheben beim Fräsen.

hin sich verdickt; infolgedessen ist die gefräste Fläche glatt, erfordert daher zumeist keinerlei Nacharbeit. Würde der Fräser verkehrt laufen, so hätte das den Nachteil, daß die Fräserzähne bei rohen Gußstücken zuerst auf die harte Gußhaut, bei Schmiedestücken auf eine Schicht Glühspan treffen möchten und hiedurch bald stumpf würden.



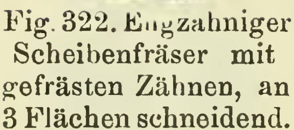


Fig. 322. Engzahniger Scheibenfräser mit gefrästen Zähnen, an 3 Flächen schneidend.

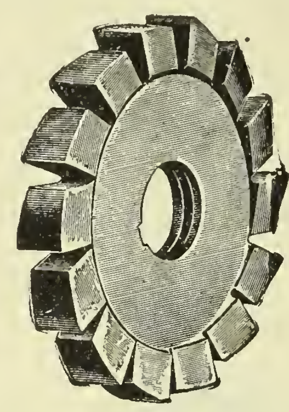


Fig. 323. Hinterdrehter Scheibenfräser, an 3 Flächen schneidend.

Nach der Art der Herstellung der Fräser unterscheidet man solche mit bloß gefrästen und solche mit hinterdrehten Zähnen (Fig. 322 und 323).

Das Hinterdrehen findet auf eigenen Drehbänken (Fig. 324) statt, bei welchen der Drehstahl auf dem Schieber *i* festgeklemmt ist, der mittels eines Daumens *d* langsam vorgeschoben und mit einer Spiralfeder *s* schnell zurückgezogen wird, und zwar bei einer Umdrehung des herzustellenden Fräsers sovielmal, als letzterer Zähne erhalten soll. Durch das Hinterdrehen erreicht man den Vorteil, daß

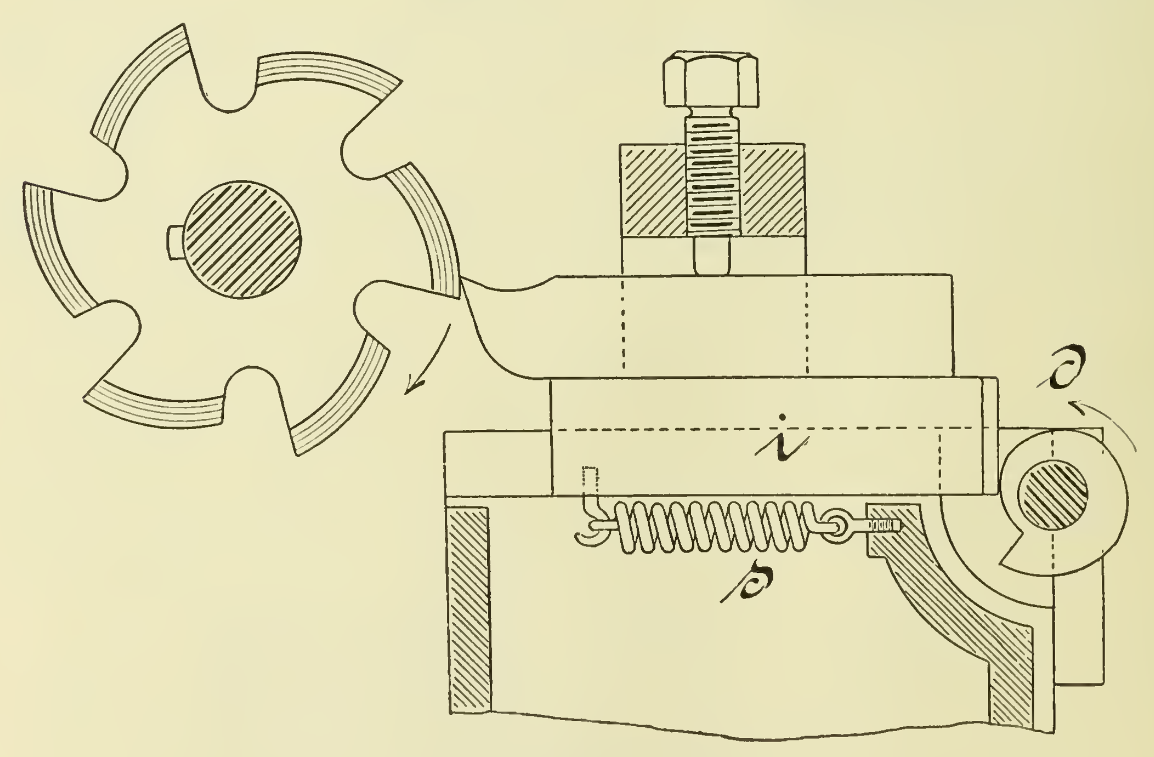


Fig. 324. Hinterdrehen.

die Zähne der Fräser, wenn man sie auf der Brustfläche anschleift, immer das gleiche Profil behalten. Die Zähne nicht hinterdrehter Fräser werden auf der Rückenfläche angeschliffen, wie es Fig. 325

veranschaulicht. Der Fräser wird mit einer Stütze *a* festgehalten und die Schmirgelscheibe *i* längs eines Fräserzahnes hinbewegt. Damit ein Anstellwinkel entsteht, wird die Achse der Schmirgelscheibe um das Stück *e* höher gelagert als die Fräserspindel.

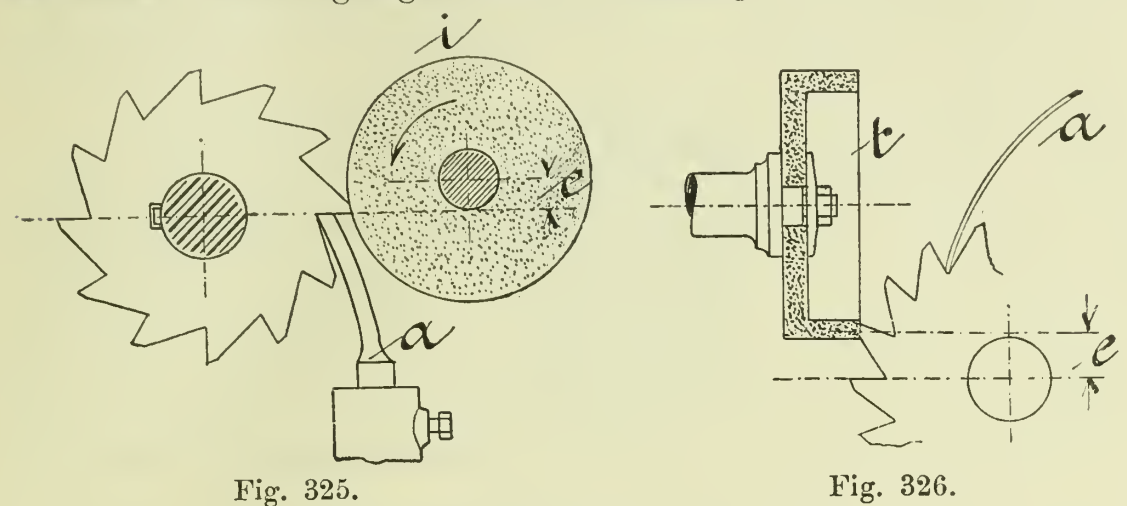


Fig. 325. Fig. 326.
Schleifen nichthinterdrehter Fräser.

Erfolgt das Schleifen mit der Topfscheibe *t* (Fig. 326), so stellt man den zu schleifenden Zahn um das Stück *e* höher als die Fräserspindel und hält mittels des Anschlages *a* den Fräser in der Lage fest.

Die ersten Fräser waren enggezahnt; auch heute noch werden solche viel verwendet, wenn es sich um die Bearbeitung gerader Flächen handelt, da man mit ihnen auf kleineren und leicht gebauten Fräs-



Fig. 327. Hinterdrehter Stirnradfräser.

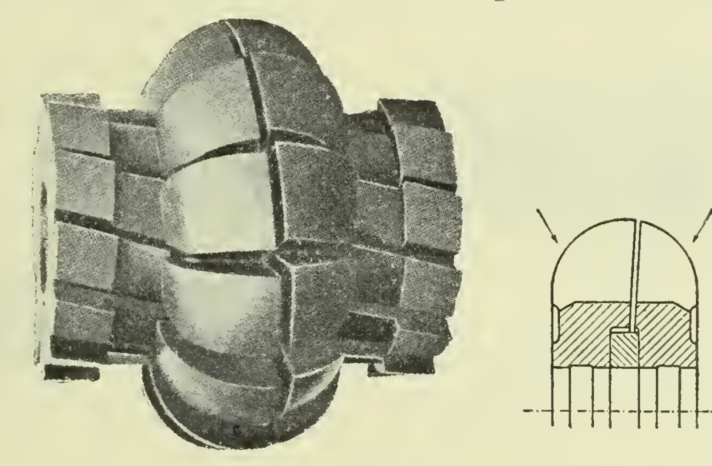


Fig. 328. Schief hinterdrehter Fräser, zweiteilig.

maschinen bei genauer Arbeit eine größere Leistung erzielt als mit den grobteiligen, hinterdrehten Fräsern, indem bei enger Teilung eine größere Anzahl von Zähnen gleichzeitig zum Angriff kommt, als bei grober Teilung; besonders für Messing ist der enggezahnte Fräser fast ausschließlich im Gebrauche. Für Fassonfräsen hingegen hat der hinterdrehte Fräser die ältere, feinzahnige Ausführung fast ganz verdrängt, insbesondere dort, wo starke, kräftig gebaute Fräsmaschinen zur Verfügung stehen.

So zeigt Fig. 327 einen hinterdrehten Stirnradfräser; selbe erhalten für die kleinste Teilung von 0·94 *mm* einen Durchmesser von 38 *mm* und für die größte Teilung von 50·27 *mm* einen Durchmesser von 150 *mm.* Bei Profilfräsern erfolgt nach dem Verfahren von Reinecker die Hinterdrehung nicht senkrecht zur Fräserachse, sondern schief, wie es die Pfeile in Fig. 328 andeuten, um auch an den seitlichen Schneiden den nötigen Anstellwinkel zu bekommen.

Soll ein Fräser Profile ausfräsen, die genau die gleiche Breite beibehalten sollen, so muß der Fräser zweiteilig ausgeführt werden, damit die durch das Nachschleifen eintretende Änderung der Schnittbreite ausgeglichen werden kann. Die Profilbreite wird durch die Stärke des Beilageringes Fig. 328 reguliert. Dadurch, daß die zwei Fräserhälften schräg zur Achse getrennt sind, wird erreicht, daß trotz Trennung auf dem Arbeitsstücke keine störende Naht bemerkbar wird.

Die Figur 329 zeigt einen Schneckenradfräser von Reinecker. Dieser Fräser wird zum Rade sofort in den richtigen Achsenabstand eingestellt, aber zu Beginn des Schnittes seitlich vom Rade, so daß das dünne Ende des konischen Fräsers mit dem Schneiden beginnt. Bei jeder Umdrehung des zu schneidenden Rades wird der Fräser in der Richtung seiner Achse vorgesteuert und es bildet sich die Zahnform auf Grund eines theoretisch genauen Abwälzungsverfahrens absolut korrekt.

Als besondere Fräserformen sind noch dargestellt: in Fig. 330 der Keilnutenfräser von 4 bis 50 *mm* Stärke, in Fig. 331 der ⊤-Nutenfräser und in Fig. 332 der Bohrring für Kesselböden. Letzterer ist von außen und von innen hinterdreht, so daß alle Schneiden mit dem richtigen Anstellwinkel arbeiten. Der mit Gasgewinde versehene Ring wird, wie in der Figur dargestellt, auf einen Bohrschaft



Fig. 329. Schneckenradfräser.

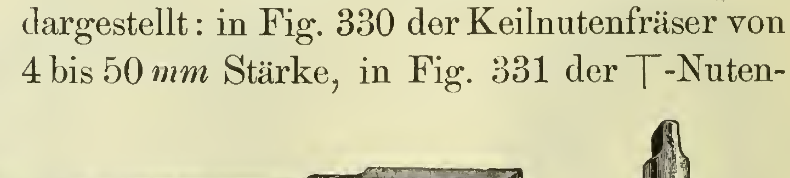


Fig. 330. Keilnutenfräser.

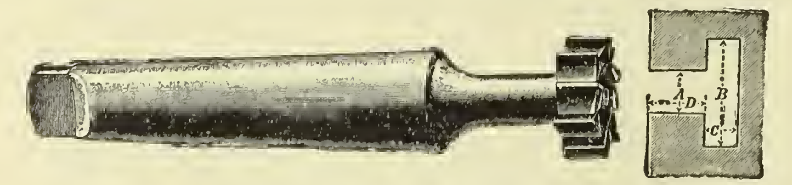


Fig. 331. T-Nutenfräser.

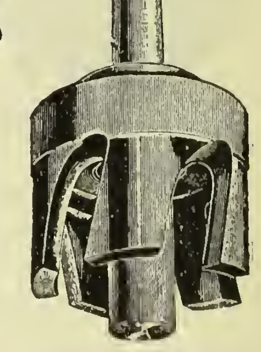
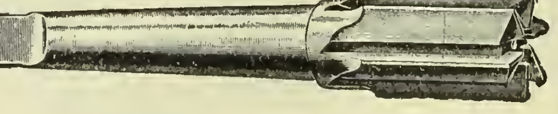


Fig. 332. Bohrring.



aufgeschraubt, der vorn in einen Führungszapfen oder kurzen Spiralbohrer endet, hinten dagegen mit einem entsprechenden Konus zum Einsetzen in eine Bohr- oder Frässpindel versehen ist. Wie schon der Name andeutet, arbeitet dieses Werkzeug wie ein Bohrer, indem die Schneiden, ohne abzusetzen, gleichmäßig dicke Späne abheben.



I. Fig. 333. Kombinierter Fräs- und Hinterdrehkopf. II.

Fig. 333 zeigt einen Fräskopf, bei dem die die Fräserzähne bildenden Profilmesser in Nuten eingelegt und festgeklemmt werden. Der Kopf hat auf beiden Seitenflächen Nuten und diese sind auf der einen Seite zur Richtung des Halbmessers mehr geneigt als auf der anderen Seite. Zuerst werden die noch ungehärteten Messer in die Stellung I gebracht und das Profil auf einer gewöhnlichen Drehbank konzentrisch angedreht. Dann werden die Messer gehärtet und geschliffen und in die mehr radiale Stellung II gebracht, wodurch die Form eines hinterdrehten Fräsers entsteht.

Große Fräser von mehr als 150 *mm* Durchmesser werden stets so hergestellt, daß die Messer besonders eingesetzt werden; aus einem Stücke bestehend, würden sie beim Härten Risse bekommen. Fig. 334 zeigt einen großen Stirnfräser mit eingesetzten Messern, der zum Bearbeiten großer Flächen verwendet wird.

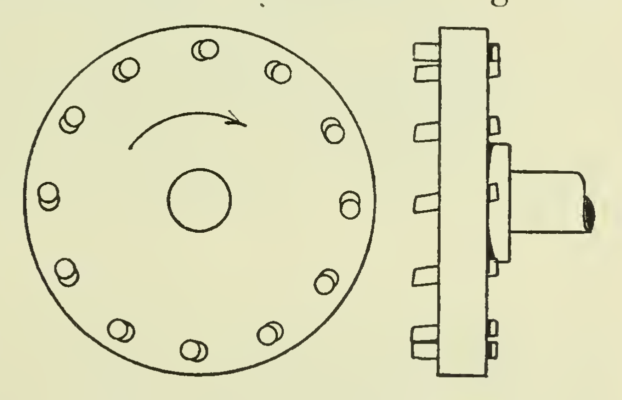


Fig. 334. Großer Stirnfräser.

Beim Gebrauche der hinterdrehten Fräser ist von Wichtigkeit:

1. Die Umdrehungszahl bezw. Schnittgeschwindigkeit. Man wähle:

bei Gußstahl oder Gußeisen 5000 dividiert durch den Fräserdurchmesser
„ Schmiedeisen 5000—6000 „ „ „ „
„ Messing od. Rotguß 8000—10.000 „ „ „ „

Fräser aus Rapidstahl arbeiten mit Schnittgeschwindigkeiten von 30 bis 60 *m*/min.

2. Die Vorschubgeschwindigkeit richtet sich nach der Bauart der Maschine, der Stärke des Schnittes, der Beschaffenheit des zu fräsenden Materials, nach der Sauberkeit, welche die Fräsfläche erhalten soll, endlich nach dem Fräser, ob er für einen starken Schnitt fähig ist. Man tut gut, mit geringem Vorschub zu beginnen und denselben so weit zu steigern, bis die Maschine das Verlangte leistet, der Fräser dabei nicht gefährdet ist und die Arbeit noch genügend sauber ausfällt. Fräser aus Rapidstahl arbeiten mit 120—170 *mm*/min. Vorschubgeschwindigkeit.

3. Rechtzeitiges Schleifen des Fräsers. Ein stumpf gewordener Fräser ist sofort zu schleifen, sonst versagt er nach kurzer Zeit vollständig. Gewöhnlich hat man nach 1—5tägiger Arbeit jedesmal 0·1—0·2 *mm* wegzuschleifen.

4. Die Schleiffläche muß genau nach dem Mittelpunkt des Fräsers zu gerichtet angeschliffen und die Fräserzähne dürfen nicht übermäßig erhitzt werden. Besonders zu empfehlen ist die Anordnung Fig. 335: man sieht, daß die Schmirgelscheibe kegelförmig gestaltet ist und die Kegelfläche zum Schleifen benützt wird. Ein gut in Ordnung gehaltener Fräser kann ein Jahr und länger ununterbrochen Arbeit leisten.

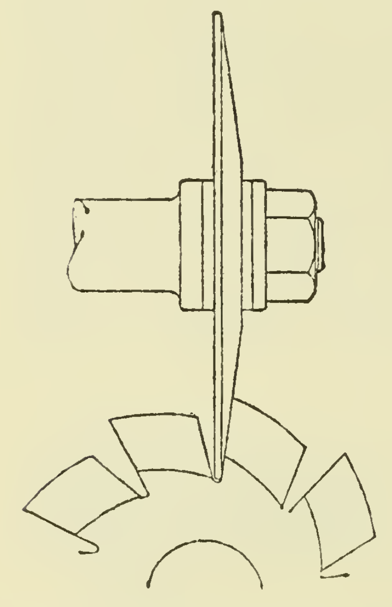


Fig. 335. Schleifen hinterdrehter Fräser.

Infolge der großen Vervollkommnung der Fräserei wird vielfach die Hobel- und Dreharbeit durch Fräsarbeit ersetzt; manche Stücke lassen sich tatsächlich schneller und billiger fräsen als hobeln; dagegen gibt es auch Arbeitsstücke bezw. Arbeitsflächen, welche vorteilhafter gehobelt werden; so eignen sich quadratische Flächen besser zum Fräsen, lange, schmale Flächen besser zum Hobeln.

3. Fräsmaschinen.

Als Beispiel der Konstruktion einer Fräsmaschine diene die in Fig. 336 dargestellte Universal-Fräsmaschine.

Der Ständer ist in einem Stücke in Hohlguß hergestellt und die Fräserspindel oben wagrecht in zwei Lagern gelagert, welche mittels einer vierstufigen Riemenscheibe entweder unmittelbar oder mit Hilfe einer Räderübersetzung die entsprechende Drehgeschwindigkeit erhält. Über der Fräserspindel ist ein starker Führungsarm festgeklemmt, der für das freie Ende des Fräserdornes als Stütze dient.

Vorn am Ständer gleitet in langen und breiten Führungen ein Winkelschlitten, der mittels Schraubenspindel gehoben und gesenkt werden kann. Die diese Schraubenspindel durch Kegelräder treibende Welle ist schräg angeordnet, damit sich die Kurbeln für die Vertikal- und Querbewegung in keiner Stellung berühren. An der linken Seite

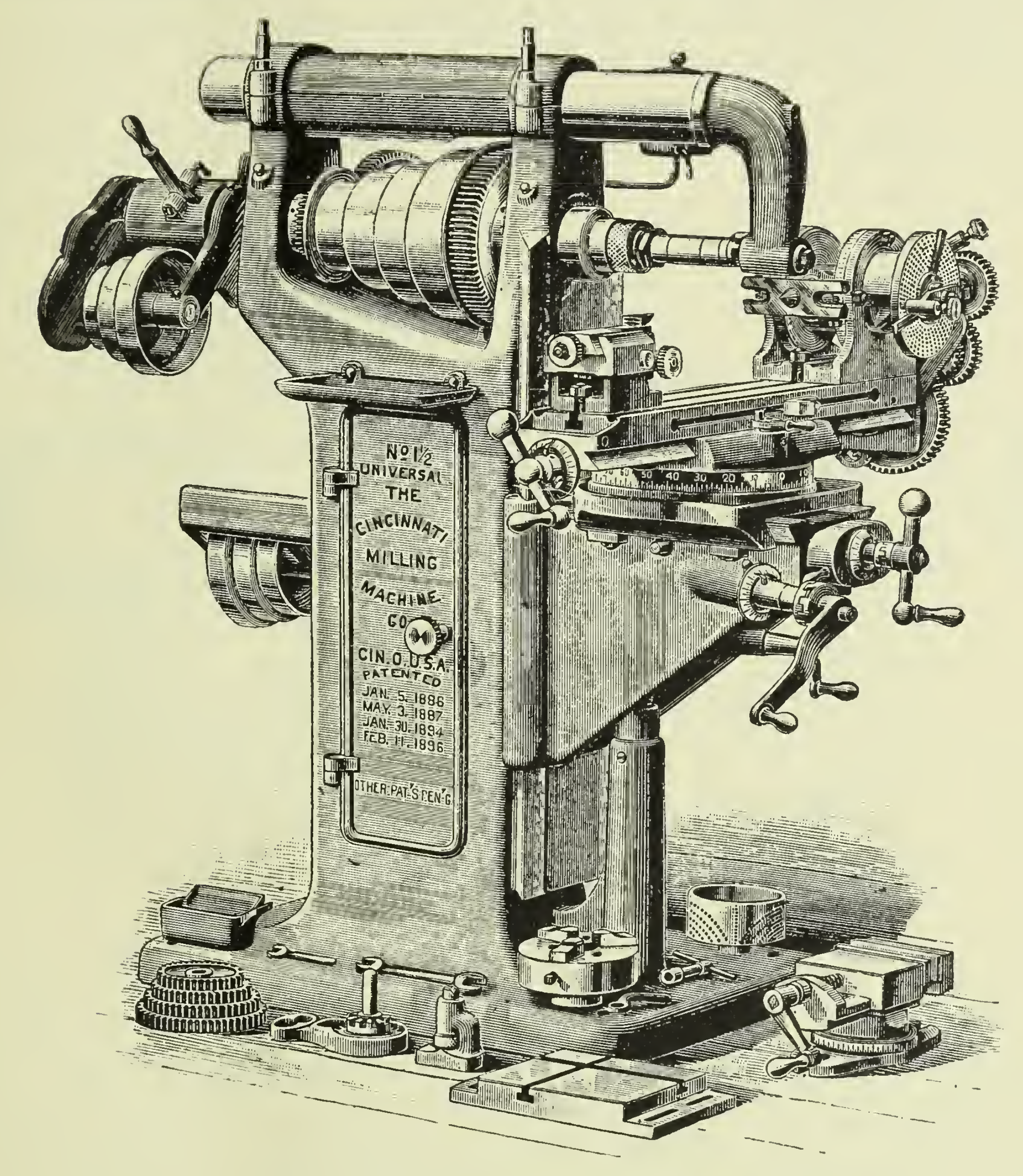


Fig. 336. Universal-Fräsmaschine.

ist die Handkurbel für die Längsbewegung des Tisches angeordnet, so daß der Arbeiter alle drei Kurbeln drehen kann, ohne seinen Standort zu wechseln. Alle Schlittenspindeln sind mit großen, deutlich lesbaren, in $^1/_{1000}$ Zoll oder $^1/_{50}$ *mm* eingeteilten Zeigescheiben ausgerüstet, nach denen die Einstellung ohne weitere Messung vorgenommen wird. Der Tisch erhält eine selbsttätige Längsbewegung, u. zw. erfolgt die Übertragung der Bewegung von der Arbeitsspindel mittels Zahnrädern und dreistufigen Riemenscheiben, womit zwölf verschiedene

Vorschubgeschwindigkeiten eingestellt werden können. Die Querbewegung auf den Ständer zu und von ihm weg ist ebenfalls selbsttätig. Zwischen dem Querschlitten und dem Tische ist ein drehbarer Tischuntersatz mit einer Gradeinteilung vorhanden, um dem Tische beim Fräsen von Spiralen die erforderliche Schrägstellung geben zu können. Auf dem Tische ist zum Einspannen und Einteilen der zu fräsenden Arbeitsstücke rechts der Universal-Teilkopf, links der

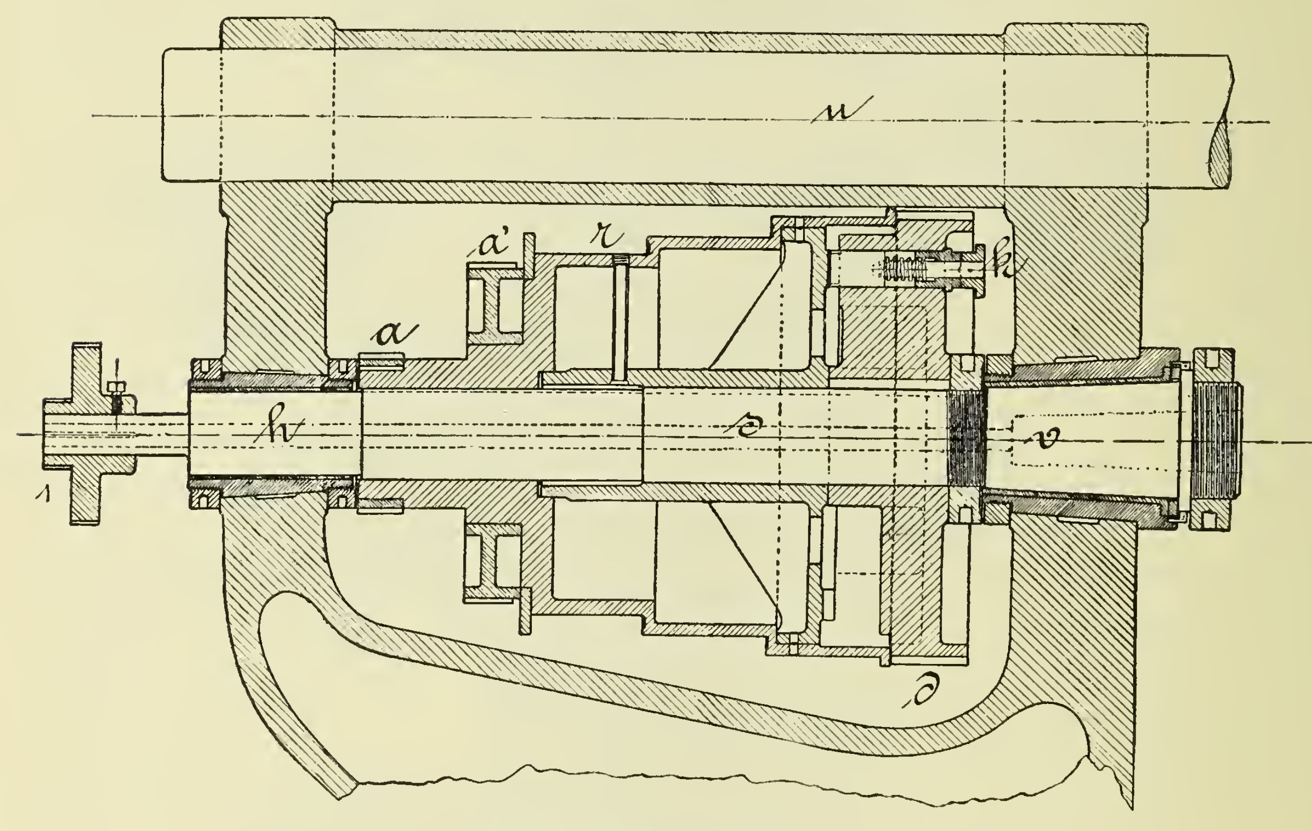


Fig. 337. Spindelstock.

Reitstock festgeschraubt. Unten am Boden ist ein Parallelschraubstock ersichtlich, der auf dem Tische befestigt wird, wenn gewöhnliche Fräsarbeiten, wie Plan- und Nutenfräsen, auszuführen sind. Ferner ist in der Figur unten u. a. noch ein Universalfutter, welches auf die Arbeitsspindel aufzuschrauben ist, ersichtlich; endlich auch ein Teilzylinder und eine Winkelplatte zur Befestigung des Teilkopfes in der Spindelrichtung.

Auf Tafel II ist der Aufriß einer solchen Fräsmaschine und die Draufsicht auf den Tisch dargestellt, u. zw. eine gegen die Fig. 336 verbesserte, neuere Bauart. Das Hohlgußgestell ist, wie auch die Textfigur 337 zeigt, zu einem Spindelstock ausgebildet, in dem die hohle Fräserspindel *s* in den beiden mit Weißmetall ausgegossenen, einstellbaren Büchsen *v* und *h* gelagert ist. Auf *s* ist die dreistufige Riemenscheibe *r* lose; auf ihr sitzen zwei Zahnräder *a* und *a'*, von

denen entweder *a* das Zahnrad *b* oder *a'* das Zahnrad *b'* auf der Vorgelegswelle *q* treibt (siehe Tafel II). Das Doppelrad *b b'* läßt sich auf der Vorgelegswelle mit einem Handhebel verschieben. Die Vorgelegswelle treibt mit dem Zahnrade *c* das auf der Spindel *s* festsitzende Zahnrad *d*. Man kann auch das ganze Vorgelege *q* ausrücken und mit dem Kupplungsbolzen *k* die Stufenscheibe *r* mit dem Zahnrade *d* verbinden. Somit sind 9 verschiedene Fräsergeschwindigkeiten möglich und auch die kleinste Stufe der Stufenscheibe ist noch so groß, daß der Riemen nicht leicht rutscht. Eine wichtige Verbesserung ist noch darin gemacht, daß der Führungsarm *u* an der rechten Seite von zwei Streben *x* und *y* auf der Konsole *e* gestützt wird, so daß die Fräserspindel *s'* noch sicherer, ohne elastische Nachgiebigkeit gelagert ist, als nach der Bauart Fig. 336. Die Schaltbewegung wird rückwärts von der Fräserspindel *s* abgeleitet und ausschließlich mit Zahnrädern übertragen, der unverläßliche Riementrieb (Fig. 336) wurde also beseitigt.

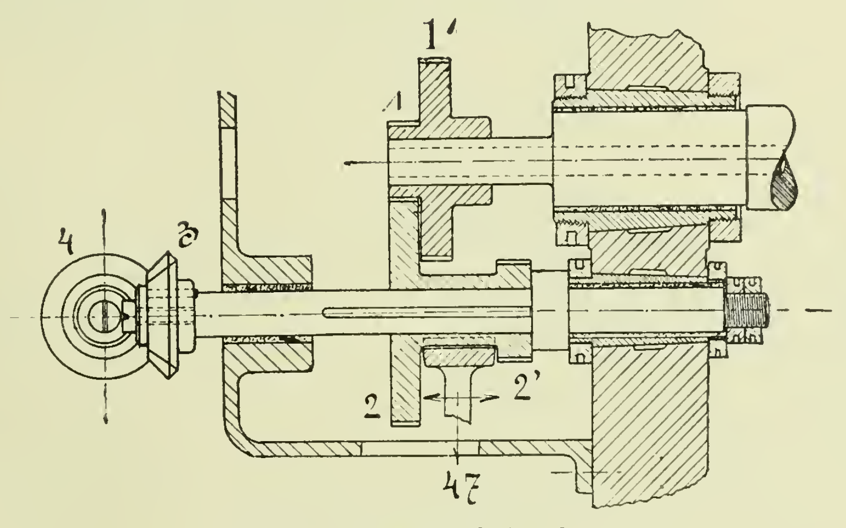


Fig. 338. Oberes Schaltgehäuse.

Ein im Schaltgehäuse *m* befindliches Doppelrad 1, 1' überträgt nach Fig. 338 die Bewegung auf 2 oder 2' einer Nebenspindel. Das Doppelrad 2, 2' läßt sich mit dem Hebel 47 verschieben. Je nach der Stellung dieses Hebels ist 2 oder 2' oder kein Zahnrad im Eingriff, im letzten Falle die Schaltung also abgestellt. Von der Nebenwelle wird die Bewegung mit zwei Kegelrädern $^3/_4$, einer schrägen Spindel 5 und zwei weiteren Kegelrädern $^6/_7$ auf eine Spindel mit dem Doppelrade 8, 13 im Schaltgehäuse *n* übertragen. (Fig. 339). Das Zahnrad 8 treibt die vier Stufen-Zahnräder 9, 10, 11, 12 und das Zahnrad 13 die vier Stufen-Zahnräder 9', 10', 11', 12'. Längs der acht Zahnräder 9', 10', 11', 12', 9, 10, 11, 12 läßt sich ein Zahnrad 14 verschieben und beliebig in Eingriff bringen. Je weiter man das

14er Rad nach links stellt, desto langsamer wird es gedreht. Die Verschiebung erfolgt mit Hilfe der Kurbel 20, des Quadranten 21 und der Zahnstange 22. Der Eingriff wird mit der Kurbel 23 bewerkstelligt, die an der Nabe eine Schraubennut 24 trägt, in die ein Stift 25 eingreift, der bei seiner Verschiebung auch das Zahnrad 14 mitnimmt. Man erzielt somit im unteren Schaltgehäuse 8 acht verschiedene Geschwindigkeiten und indem in dem oberen Schaltgehäuse *m* mittels des Hebels 47 sich zwei Geschwindigkeiten einstellen lassen, so hat man im ganzen 16 verschiedene Schaltgeschwindigkeiten. Von dem Zahnrade 14 wird die Teleskopwelle 15 und das Zahnrad 16 angetrieben (siehe Tafel II, Zwischenfigur), welches die Kehrräder 17. 17′ und die Zahnräder 18 und 19, endlich die Zugspindel 20 dreht. Die Kehrräder 17, 17′ werden durch die Kurbel *z* so eingestellt, daß die Zugspindel sich entweder rechtsum oder linksum bewegt oder stillsteht.

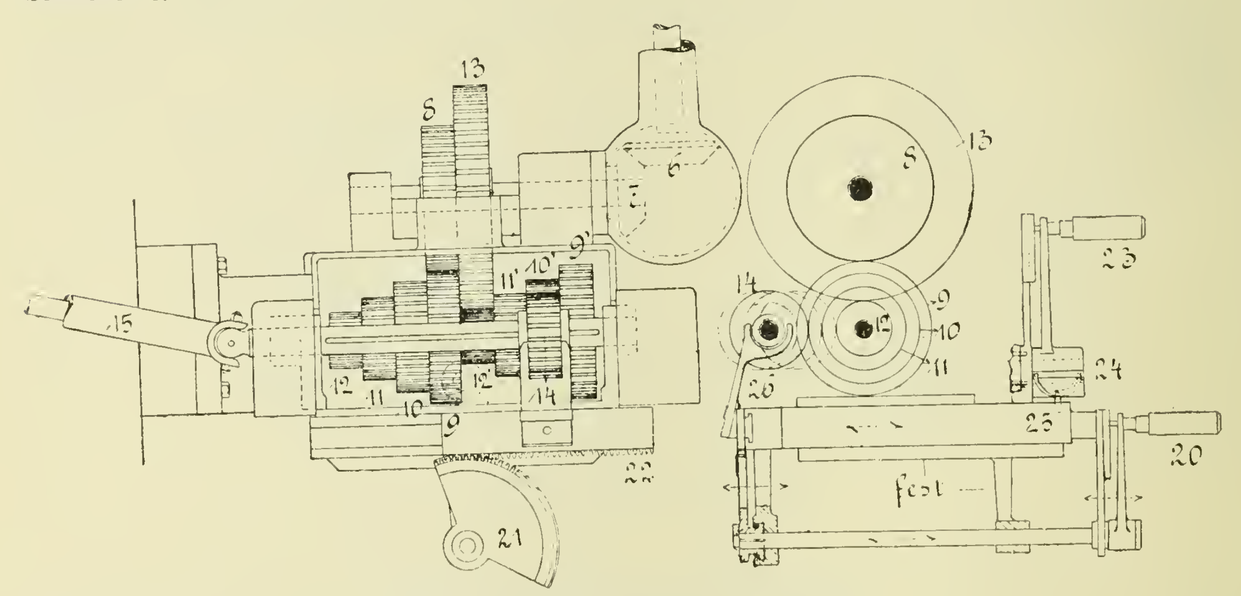


Fig. 339. Unteres Schaltgehäuse.

Die Zugspindel überträgt mit den zwei Stirnrädern 21 und 22 die Bewegung auf die Schraube 23 für den Querschlitten *i*. Eine Zahnkupplung 24 wird entweder durch einen Handhebel oder selbsttätig durch den Anschlag 25 ausgerückt.

Die Zugspindel dreht ferner mit den Kegelrädern 26/27, den Stirnrädern 28/29 und den Kegelrädern 30/31 die Schraube 32 für die Längsbewegung des Tisches *t*. Die Klauenkupplung 33 kann von Hand aus oder durch die Anschläge 34 selbsttätig gelöst werden.

Von dem Zahnrade 18 endlich wird die selbsttätige Auf- und Abbewegung der Konsole *e* bewirkt, indem die Bewegung von 18 über die Kegelräder 36/37 und die Kegelräder 38/39 auf die Schraube *f* übertragen wird, die sich in der Mutter *g* verschraubt. Die selbst-

tätige Abstellung geschieht durch die Anschläge 41, den Bolzen 42, den Hebel 43 auf die Kupplung 44. Von Hand aus geschieht die letztere Bewegung mit dem Kegelrade 45, das von der Kurbel bei 46 gedreht wird.

Der Universalteilstock mitsamt dem Reitstocke ist in Fig. 340 in einem Schaubilde, eine neuere Bauart des ersteren in Fig. 340 *a* in zwei senkrechten Schnitten dargestellt. Die Spindel *a* ist zur Aufnahme verschiedener Dorne hohl und mit konischen, nachstellbaren Zapfen in dem Drehteil *b* gelagert; man kann somit die Spindel *a*

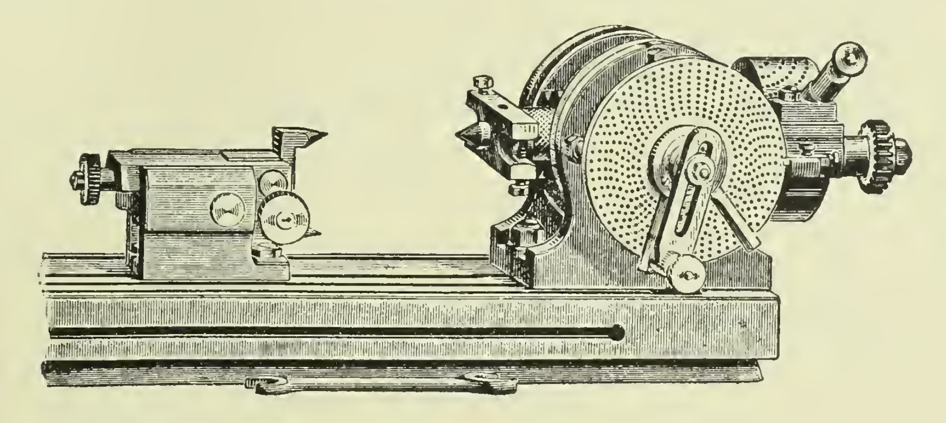


Fig. 340. Universal-Teilstock.

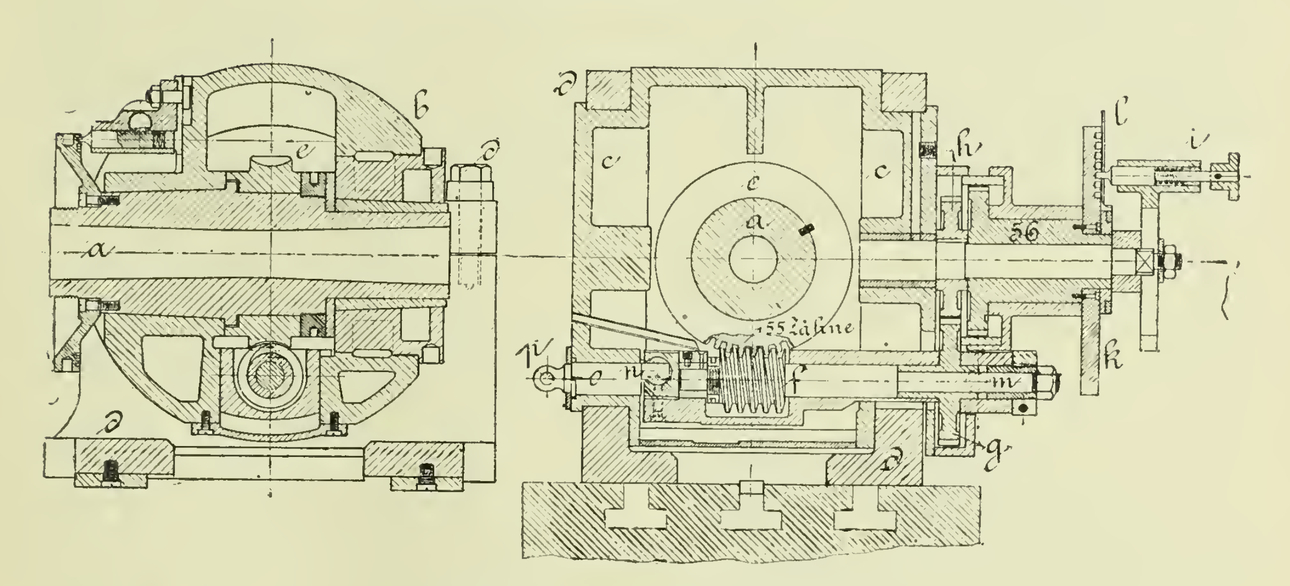


Fig. 340 *a*. Teilstock neuer Bauart.

beliebig schrägstellen. Der Drehteil ruht mit den beiden Hohlzapfen *c* in dem Teiltsockkörper *d*, der mit zwei Schrauben auf dem Tische festgeschraubt wird. Die Spindel *a* trägt ein Schneckenrad *e*, welche von der Schnecke *f*, durch Vermittlung der beiden Zahnräder *g*/*h* von der Kurbel *i* gedreht werden kann. Die Kurbel *i* ist als „Stellkurbel“ ausgebildet und hinter derselben eine feststehende Teilscheibe *k* angebracht, auf welcher verschiedene Kreisteilungen durch eingebohrte Löcher markiert sind.

Vor der Teilscheibe ist ferner ein Sektor l drehbar angeordnet; dieser besteht aus zwei Schenkeln, die sich wie ein Zirkel beliebig öffnen und gegeneinander feststellen lassen, so daß sie eine gewisse Anzahl Teillöcher einschließen. Man kann somit die Stellkurbel leicht und schnell um einen gewissen Teil einer Umdrehung weiterdrehen. Eine ähnliche Einrichtung ist übrigens schon bei den Zahnrad-Formmaschinen beschrieben worden.

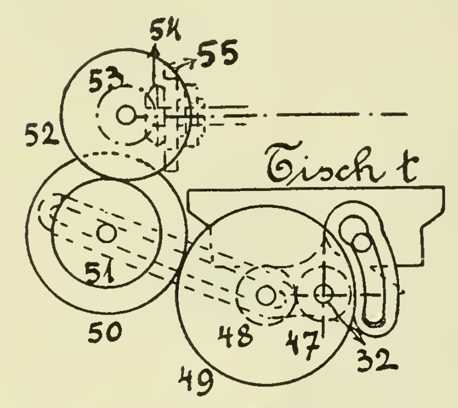


Fig. 340 *b*. Antrieb der Teilstockspindel.

Die Schnecke läßt sich außer Eingriff bringen, indem man die Schneckenspindel um den Zapfen m nach abwärts dreht; es ist zu dem Zwecke ein exzentrischer Zapfen n an einem Bolzen o angebracht, der mit der Handkurbel p gedreht wird. Man kann dann die Spindel a direkt von Hand aus drehen und grobe Teilungen bis zu 40 Zähnen mit einer Teiltrommel (Fig. 340) oder einer Teilscheibe (Fig. 340 *a*), welche am rückwärtigen beziehungsweise vorderen Ende der Spindel a befestigt ist, herstellen.

Beim Fräsen von Spiralbohrern, gewundenen Reibahlen u. dgl. muß die Teilstockspindel selbsttätig gedreht werden, was von der Leitspindel 32 (Fig. 340 *b*) über die Zahnräder 47—48—49—50—51—52—53—54—55 auf das Zahnrad 56 erfolgt (Fig. 340 *a*), welches die Teilscheibe k trägt.

Fig. 341. Fräsen eines Kegelrades.

Um z. B. ein Kegelrad zu fräsen, wird es, wie Fig. 341 zeigt, auf der Spindel des Universal-Teilstockes befestigt und in entsprechende Neigung gebracht, so daß der Fräser genau gegen die Spitze der Kegelfläche zu schneidet. Nachdem der Fräser einen Schnitt gemacht hat, wird das Kegelrad um eine Teilung weitergedreht und so fort, bis alle Zahnlücken geschnitten sind. Damit aber die Zahnlücken außen weiter und gegen die Kegelspitze zu enger werden, muß man

das Zahnrad etwas verdrehen und sämtliche Zahnlücken nochmals schneiden. Es wird also beim ersten Schnitte längs der einen Zahnflanke geschnitten, beim zweiten Schnitte längs der zweiten.

Sind Spiralbohrer, gewundene Reibahlen u. s. w. (Fig. 342) zu schneiden, so spannt man das Arbeitsstück zwischen die Spitzen des Teilstockes und Reitstockes; während des Einfräsens der Nut

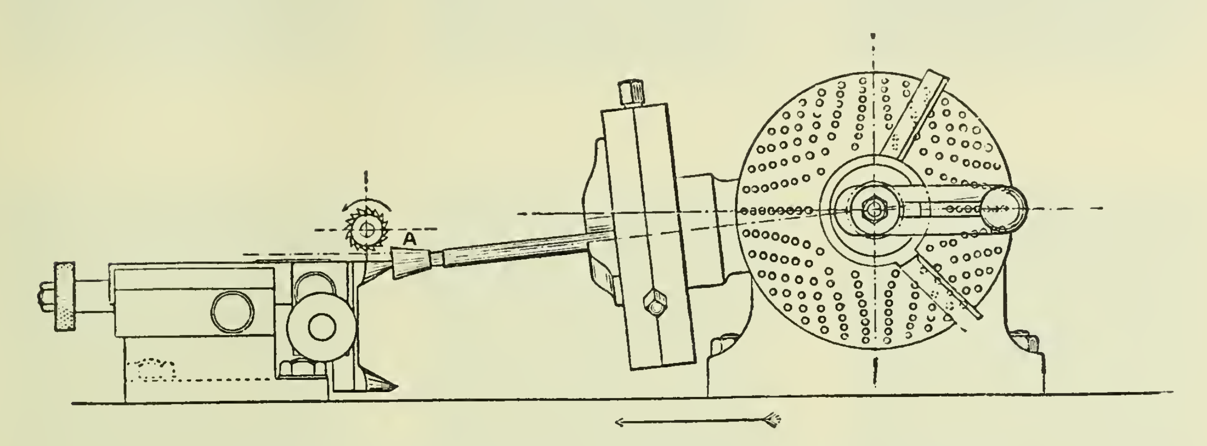


Fig. 342. Einspannung bei tiefgestellter Reitstockspitze.

wird der Tisch verschoben, das Arbeitsstück aber auch gleichzeitig gedreht, indem die Teilstockspindel mittels Zahnrädern von der Spindel 32 des Tisches den Antrieb erhält. In Fig. 336 sind die Antriebsräder rechts ersichtlich.

Die Figuren 343 und 344 zeigen einige Fräsarbeiten, aus welchen die allgemeine Verwendbarkeit der Maschine ersichtlich ist, u. zw.:

1. Wie eine sechskantige Mutter oder ein Schraubenkopf mit einem Walzenfräser bearbeitet wird.

2. Wie an einer Anzahl auf einem Dorne befestigter Muttern mittels zweier Fräser gleichzeitig zwei Flächen bearbeitet werden.

3. Wie eine Anzahl Kappen gleichzeitig an den Innenseiten und im Grunde gefräst werden kann.

4. Wie aus einer auf passende Tiefe vorgefrästen oder gehobelten Nut eine ⊤-Nut hergestellt wird.

5. Wie eine schwalbenschwanzartige Nut gefräst wird.

6. Wie die Führungen eines Lagergehäuses gefräst werden. Die Arbeit geschieht mittels eines Fräsers von der Breite der Führung oder mit einer Säge von ca. 6 *mm* Stärke die erst die eine, dann die andere Seite bearbeitet; darauf wird ein kleiner Fräser angewandt, um die inneren Führungsflächen zu vollenden. Die Bearbeitung erfordert nur eine einmalige Aufspannung.

7. Wie eine Lagerung mittels Bohrstange bearbeitet wird. Die verschiedenartigsten Werkstücke lassen sich auf diese Weise ausbohren und ausdrehen. Je nach der Art des Arbeitsstückes wird dieses auf dem Tische befestigt oder in den Schraubstock oder zwischen Spitzen eingespannt.

8. Wie eine Keilnut gefräst wird; dies kann im Schraubstock oder zwischen den Spitzen geschehen.

9. Wie man eine konische Reibahle fräst.

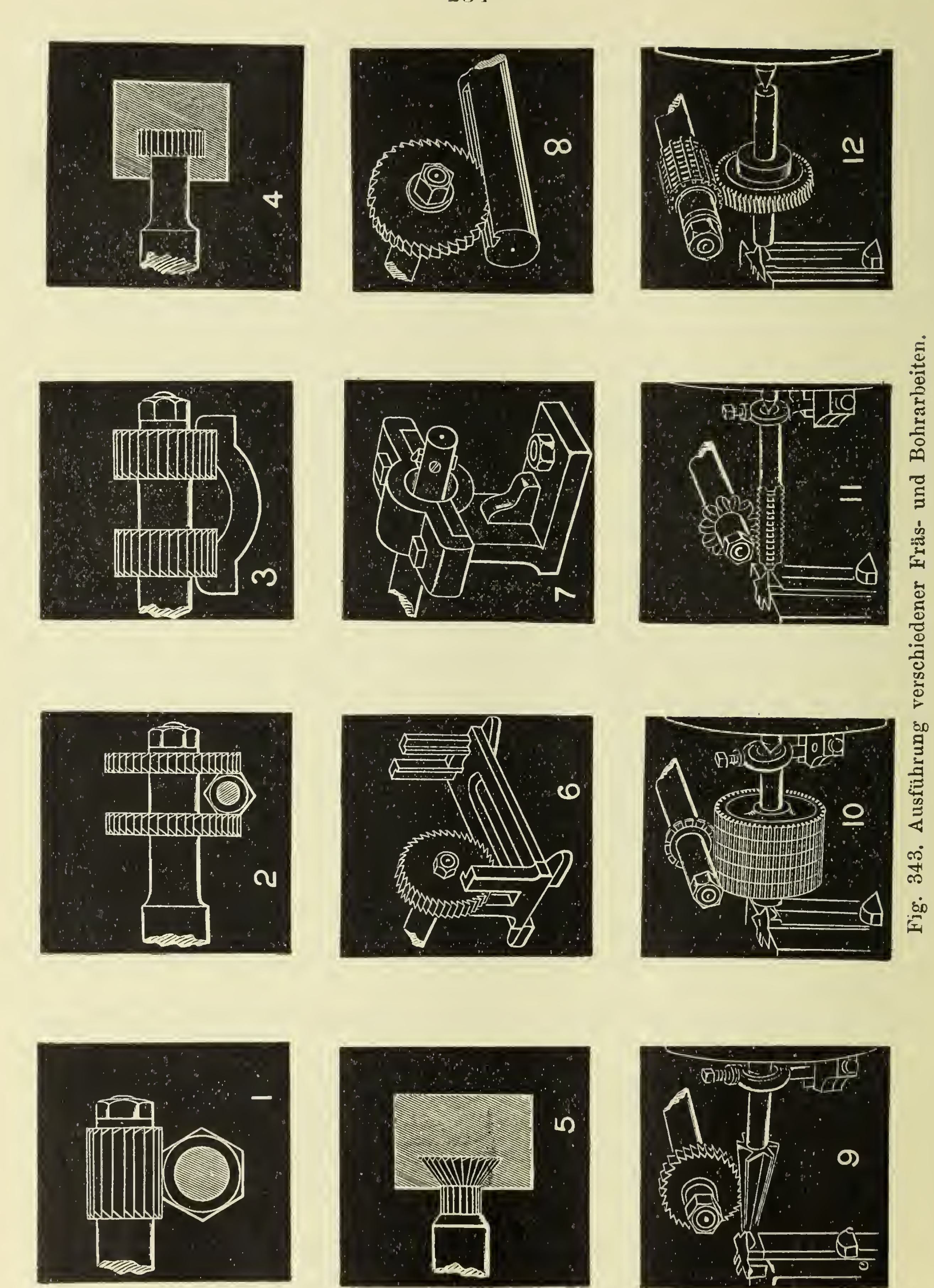


Fig. 343. Ausführung verschiedener Fräs- und Bohrarbeiten.

10. Wie man eine Anzahl auf einen Dorn aufgespannte Zahnräder fräst.

11. Wie ein Gewindebohrer gefräst wird.

12. Wie ein Schneckenrad, nachdem die Zähne schon vorgefräst sind, nachgearbeitet wird, damit sie die richtige Form erhalten.

13. Wie Metallstücke abgeschnitten werden.

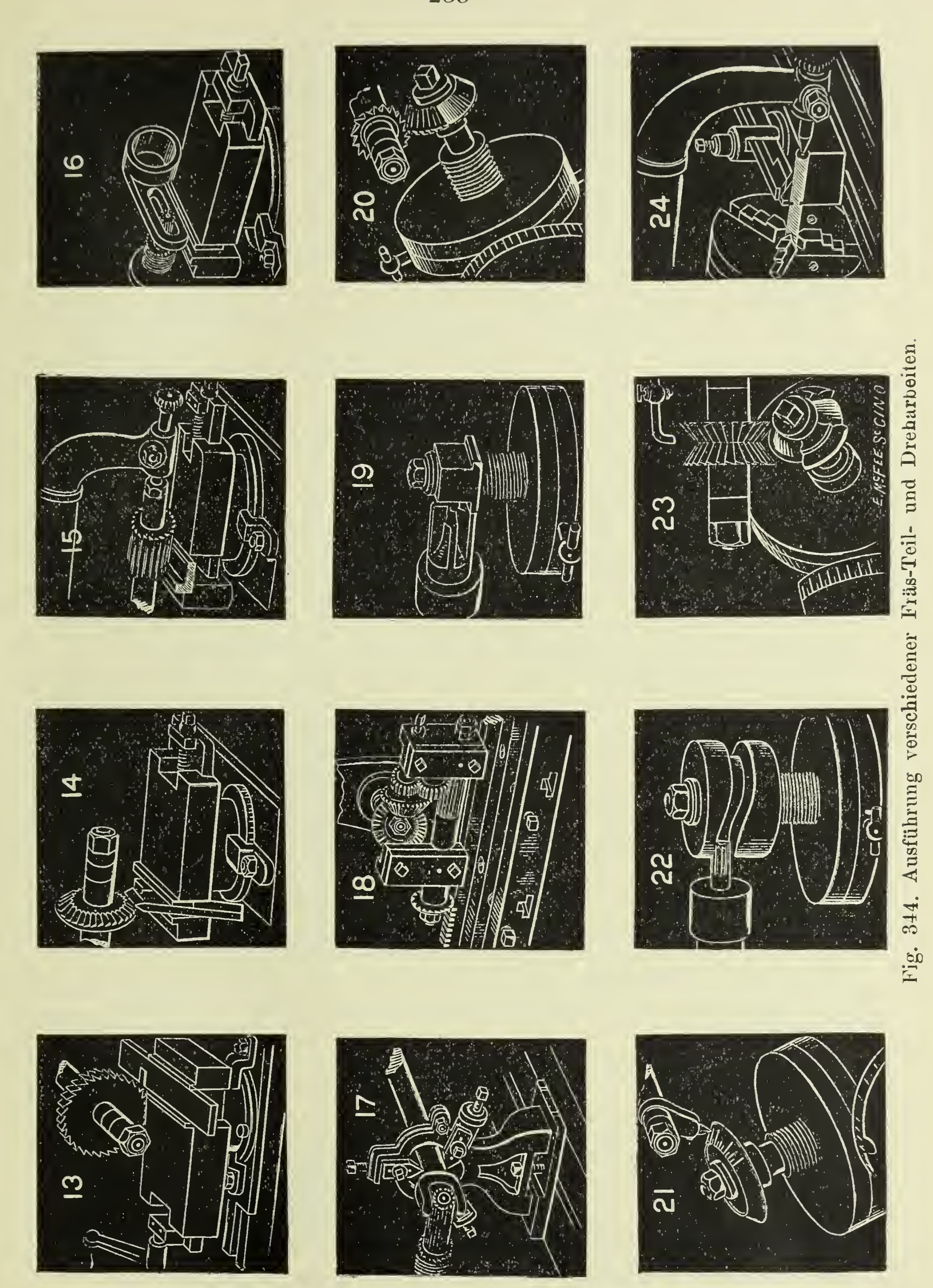


Fig. 344. Ausführung verschiedener Fräs-Teil- und Dreharbeiten.

14. Wie ein Gewindeschneidzahn mittels eines Winkelfräsers bearbeitet wird; man fräse, ohne umzuspannen, erst die eine, dann die andere Seite.

15. Wie ein Winkel gefräst wird, wobei die Seite und der Grund zugleich bearbeitet werden.

16. Wie ein Schlitz mit einem kleinen Fräser hergestellt wird.

17. Wie eine Gabel gefräst wird, so daß sie genau zentrisch zu ihrem Schafte steht. Der Schaft wird in einem Universalfutter gehalten, das auf die Spindel des Teilkopfes geschraubt ist, während die Gabel in einem stabilen Lager ruht.

18. Wie eine Zahnstange gefräst wird.

19. Wie die Führungsflächen von Walzenlagern genau parallel zur Achse der Bohrung gefräst werden.

20. Wie ein Winkelfräser gefräst wird.

21. Wie eine Zeigescheibe eingeteilt wird, in welchem Falle das Werkzeug keine Umdrehungen macht.

22. Wie man eine Zylinderkurve fräsen kann.

23. Wie ein Fräser für Holz hergestellt wird. Nach Einfräsung der Nuten mittels eines geraden Fräsers werden die Schneidflächen mittels eines rechts und links schneidenden Winkelfräsers vollendet.

24. Wie runde oder kantige Stäbe abgestochen werden. Man spannt sie in ein auf die Arbeitspindel geschraubtes Universalfutter und benutzt den Führungsarm als Anschlag für bestimmte Längen.

Neben diesen Universal-Fräsmaschinen mit horizontaler Arbeitsspindel finden auch vielfach Vertikal-Fräsmaschinen, ferner Spezialmaschinen zum Fräsen bestimmter Maschinenteile, z. B. von Schraubenmuttern, Zahnrädern, Zahnstangen, Langfräsmaschinen anstatt Hobelmaschinen, Langlochfräsmaschinen u. s. w. Verwendung.

Die Langlochfräsmaschinen heißen auch Langlochbohrmaschinen, weil das Werkzeug Fig. 330 ein zylindrisches Loch bohrt und durch Seitwärtsschieben dieses Loch gleichzeitig zu einer Keilnut oder einem Keilloche ausbildet. Die Drehbewegung erfolgt wie bei den Bohrmaschinen, der Vorschub ebenfalls, die Seitwärtsbewegung mit einer Kurbel und Schubstange oder mit einer Schraubenspindel.

4. Holzfräser.

Dem weicheren Material entsprechend sind die Holzfräser schwächer gebaut als die Metallfräser, ihr Schneidwinkel ist, wie der Nutenfräser (Fig. 345) zeigt, etwa 45°—65°, der Anstellwinkel 10°, die Zahnlücken

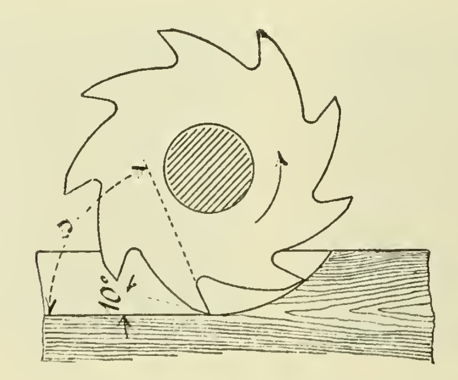


Fig. 345. Nutenfräser.

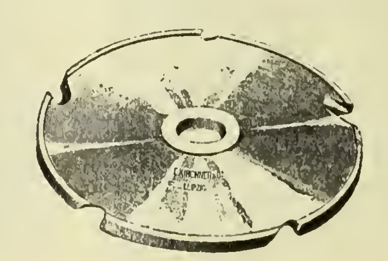


Fig. 346.
Schlitz-, Nut- und Falzscheibe.

entsprechend groß, um die Späne aufnehmen zu können. Holzfräser läßt man sehr rasch, u. zw. mit mehreren tausend minutlichen Drehun-

gen, laufen; da bei dieser großen Geschwindigkeit und bei vielen Schneidkanten des Fräsers die Spandicke zu gering würde, die Schneiden überdies eine zu genaue Stellung gegeneinander erfordern würden, wenn sie alle hintereinanderfolgend zum Angriff kommen sollten, so findet man die Holzfräser zumeist mit nur wenig, ja sogar nur ein oder zwei Schneiden ausgestattet. Damit die Seitenflächen der Nut oder des anzufräsenden Falzes glatt werden, gibt man den seitlichen Schneiden auch einen kleinen Schneidwinkel, indem man die Zahnlücken schräg zu den Seitenflächen einschneidet, wie die Schlitz-, Nut- und Falzscheibe Fig. 346 zeigt. Der Fräser Fig. 347 arbeitet bei Rechts- und Linksgang, so daß man entsprechend dem Faserverlaufe des Holzes die Drehrichtung während der Arbeit umkehren kann, um stets eine glatte Schnittfläche zu erhalten. Vielfach verwendet man bei Kehlarbeiten Fräser mit eingesetzten Messern, wie einer in Fig. 348 dargestellt ist; der Kehlkopf wird oben

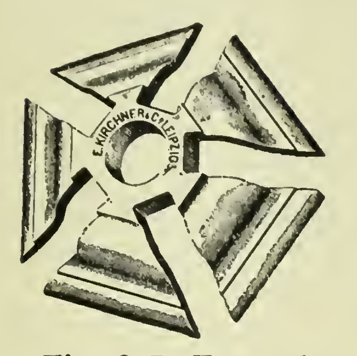


Fig. 347. Fräser für Rechts- und Linksgang.

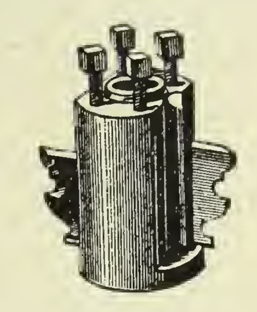


Fig. 348. Bronzener Kehlkopf m. Kehlmessern.

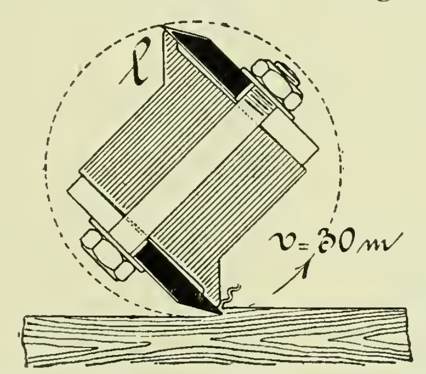


Fig. 349. Messerkopf einer Hobelmaschine.

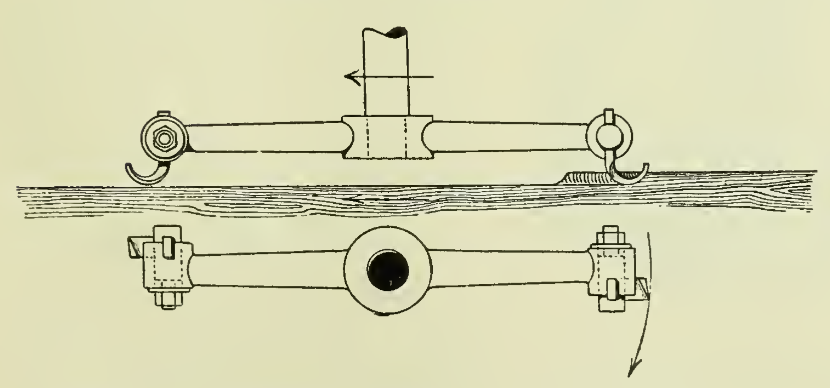


Fig. 350. Messerkopf einer Querhobelmaschine.

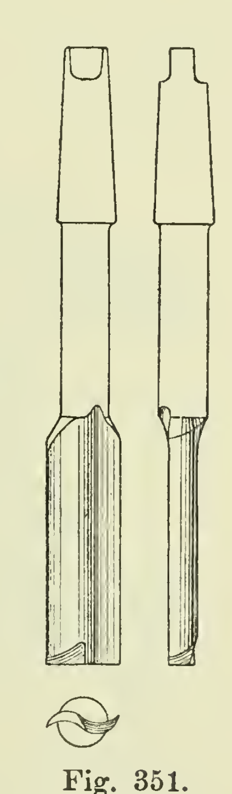


Fig. 351. Langlochbohrer.

auf einer stehenden Fräserspindel befestigt. Der Messerkopf (Fig. 349) dient zum Planhobeln und hat lippenartige Ansätze *l*, die bis knapp

an die Schneidkanten reichen, so daß der Span wie beim Doppelhobel geknickt und eine glatte Hobelfläche erzeugt wird. Die seltener verwendete Querhobelmaschine hat einen Messerkopf mit gekrümmten Messern (Fig. 350); damit die Messer nur auf einer Seite zur Wirkung kommen, muß die Achse des Messerkopfes ein wenig schräg stehen.

Um längliche Zapfenlöcher herzustellen, bedient man sich des Langlochbohrers (Fig. 351); überdies kann man jeden Löffelbohrer hiezu verwenden, auch den Spiralbohrer, wenn man die mittlere Führungsspitze wegnimmt.

5. Kehlmaschinen.

Die unter dem Namen Kehlmaschinen bekannten Fräsmaschinen (Fig. 352 u. 353) besitzen eine stehende Fräserspindel *s*, die in drei Lagern *a*, *b* und *c* läuft und unten von einer Stahlschraube *d* gestützt wird. Der Lagerrahmen *r*, der die Lager *a* und *b* trägt, wird in langen, vertikalen Führungen gehalten; er läßt sich zur Einstellung des Kehlmessers *m* mit der Schraube *e* höher oder tiefer stellen, indem man letztere mit dem Handrade *h* durch Vermittlung der Kegelräder *g f* dreht. Bei der in Fig. 352 gezeichneten Bauart dreht man die Schraube *e*, indem man durch eine Öffnung in der Tischplatte einen Steckschlüssel aufsteckt. Die über den Tisch vorstehende, auswechselbare Spindel *i* ist mit einem langen Zapfen und dem Querkeile *k* in der Spindel *s* befestigt und trägt oben die verschiedenen Fräsköpfe oder Messer, z. B. in einem 8 *mm* weiten Querschlitze das Profilmesser *m*, das man mit der Druckschraube *n* festklemmen kann.

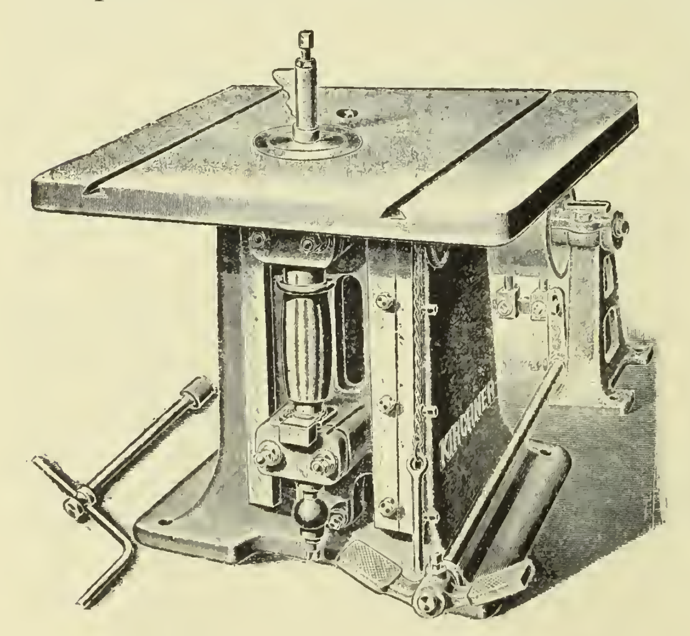


Fig. 352. Fräs- oder Kehlmaschine.

Der Antrieb erfolgt von einem Fußboden-Vorgelege aus mit einem halbgeschränkten Riemen; häufig ist Rechts- und Linksgang vorgesehen, um den Fräser stets der Faserrichtung des Holzes entsprechend so umlaufen zu lassen, daß ein glatter Schnitt entsteht. Die Ausrückvorrichtung ist zweckmäßig vorn an der Maschine ange-

ordnet. Um die Spindel *i* liegen die Einlegeringe 1, 2 und 3, die bei besonderen Fräserformen herausgenommen werden, um Platz zu machen. Der Tisch ist mit zwei Nuten für die Befestigung der verschiedenen

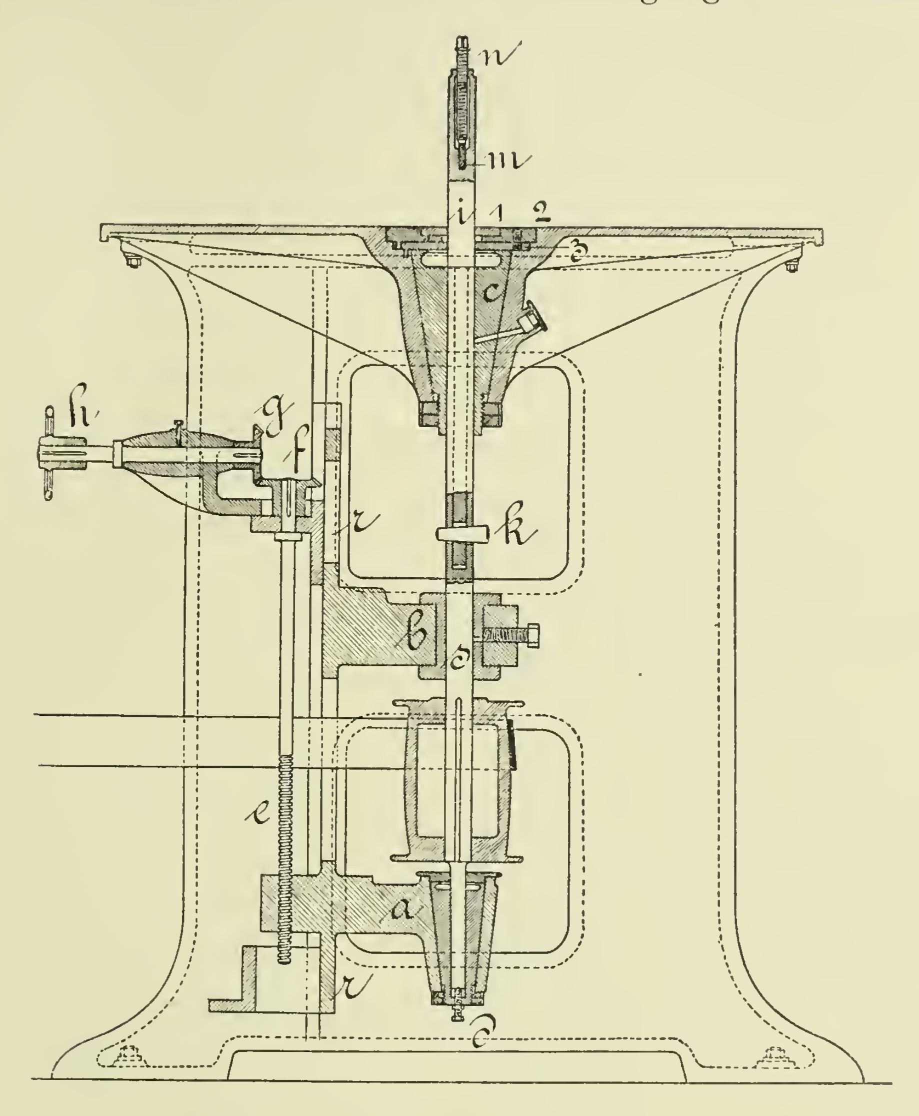


Fig. 353. Senkrechter Schnitt einer Kehlmaschine.

Führungslineale versehen. Die Fräserspindel läßt man mit etwa 4000 minutlichen Umdrehungen laufen. Der Kraftverbrauch beträgt bis zu 2 P S.

6. Holzhobel- und Kopiermaschinen.

Die Holzhobelmaschinen. Um Holzflächen durch Maschinenarbeit eben und glatt zu machen, benützt man als schneidendes Werkzeug den Fräser, nennt aber die Maschinen, weil sie eine sonst mit dem Handhobel verrichtete Arbeit leisten, Hobelmaschinen. Nehmen die Schneiden die Späne in der Faserrichtung ab, so heißen die Maschinen Langhobelmaschinen, arbeiten dagegen Schneidmesser quer zur Faserrichtung, so heißen sie Querhobelmaschinen.

Eine Langhobelmaschine zeigt Fig. 354. In einem kräftigen Gestell G ist in den Ringschmierlagern b der Messerkopf k gelagert, der die Form eines vierseitigen Prismas hat und mittels der Riemenscheibe r etwa 2000—4000 minutliche Umdrehungen erhält. Auf dem Messerkopfe sind mit mehreren Schrauben zwei Messer m so festgeschraubt, daß die beiden Schneidkanten bei der Drehung genau dieselbe Zylinderfläche z beschreiben. Auf dem Gestelle sind zwei Tischplatten t_1 und t_2 so angebracht, daß sie auf schrägen Schlittenführungen f mit Hilfe der Schrauben s höher oder tiefer gestellt werden können. Die Tischfläche von t_2 wird gegen die Zylinderfläche z und die Tischfläche t_1 um die Spandicke a tiefer gestellt. Das zu hobelnde Brett wird auf die Tischplatte t_2 aufgelegt, langsam vorgeschoben und zugleich niedergedrückt. Unmittelbar über dem Messerkopfe soll ein Schutzblech angebracht sein, damit sich der bedienende Arbeiter nicht verletzt; oft verwendet man auch Friktionswalzen zur Zuführung. Damit die Späne glatt abgenommen werden, läßt man,

Fig. 354. Langhobelmaschine.

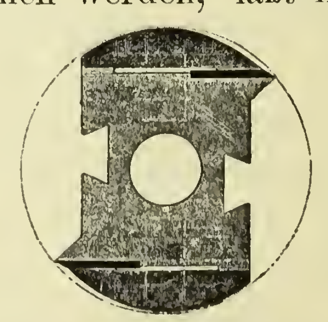


Fig. 354 *a*. Messerkopf mit dünnen Hobelmessern.

wie Fig. 354 (I) veranschaulicht, die Schneiden der Messer nur wenig über die vorspringenden Kanten *l* des Messerkopfes, die sogenannten Spanbrecherlippen, vortreten. Soll keine ebene, sondern eine profilierte Fläche gehobelt werden, dann befestigt man die Messer, wie sie in Fig. 354 (II) dargestellt sind, muß aber mit langsameren Vorschub arbeiten, um eine glatte Schnittfläche zu bekommen. Das Arbeitsstück erhält längs des glattgehobelten Winkels *w*, der auf der Tischplatte befestigt ist, die nötige Geradführung.

Diese Hobelmaschine hat einen langen Tisch von 2 *m* und mehr, weil darauf die Hölzer geradegehobelt oder „abgerichtet" werden; daher heißt sie auch Abrichthobelmaschine. Sehr wichtig ist, daß die Drehungsachse zugleich die Schwerachse, der Messerkopf also genau ausgewogen ist, damit er bei der hohen Umfangsgeschwindigkeit von 20 – 30 *m* nicht vibriert; ferner muß die Zuführung so erfolgen, daß der Messerkopf das Arbeitsstück zurückzustoßen sucht; andernfalls würde es gewaltsam eingezogen und es könnte ein Bruch entstehen. Die Maschine beansprucht für 300—500 *mm* breite Hölzer 1—1½ P. S.

Fig. 354*a* zeigt einen Messerkopf mit dünnen Hobelmessern, welche durch besondere Messerhalter befestigt werden. Derartige Messer halten gut Schnitt, da sie nicht geschweißt sind und der Stahl infolgedessen nicht die schädliche Weißglühhitze durchzumachen hat.

Will man ein Holzstück, etwa ein Brett oder einen Pfosten, auf eine ganz bestimmte Dicke abhobeln, so braucht man noch eine zweite Hobelmaschine, die Dickenhobelmaschine (Fig. 355). Das Holzstück wird von der geriffelten Vorschubwalze h_1 eingezogen, von der unteren Kante *l* des haubenartigen Spanlenkers durch das Gewicht des letzteren niedergedrückt, vom Messerkopf *k* abgehobelt, dann von einer Leiste *l'*, die mit Federn niedergedrückt wird, nochmals niedergehalten, endlich von der platten Walze h_2 aus der Maschine hinausgeleitet.

Die vordere Vorschubwalze h_1 wird durch einen gewichtsbelasteten Hebel niedergezogen; in die Zugstange ist eine Feder *e* eingeschaltet. Die Druckleiste *l* läßt sich mit der Stellschraube *r* in der Höhe genau einstellen, indem sich hiebei der Spannlenker *a* um die Zapfen *b* dreht. Die Drehung der oberen Vorschubwalzen erfolgt von einer Riemenscheibe 1, die von der Transmission einen besonderen Antrieb erhält, über die Stirnräder 2—3 – 4—5 und 5. Die unteren glatten Walzen *g* stehen ganz wenig über die Tischfläche vor und werden mit dem Tische gehoben und gesenkt. Dieses Einstellen des Tisches geschieht

durch zwei Schrauben *s*, die von einer wagrechten Spindel mittels Kegelrädern gleichzeitig gedreht werden.

Größere Werkstätten verwenden entweder Hobelmaschinen mit zwei Messerwellen, die beide Brettflächen zugleich abhobeln; oder solche mit drei oder vier Messerwellen, welche auch die Schmalseiten der Bretter abhobelen oder dieselben mit Feder und Nut versehen, wie in Fig. 355 *a* dargestellt. Außer der wagrecht über dem Tische *t* angeordneten Messerwelle *k* ist noch dahinter eine stehende Welle *f* mit einem kurzen Messerkopfe für die Feder und eine zweite stehende Welle *n* mit einem kurzen Messerkopfe für die Nut vorhanden. Beide

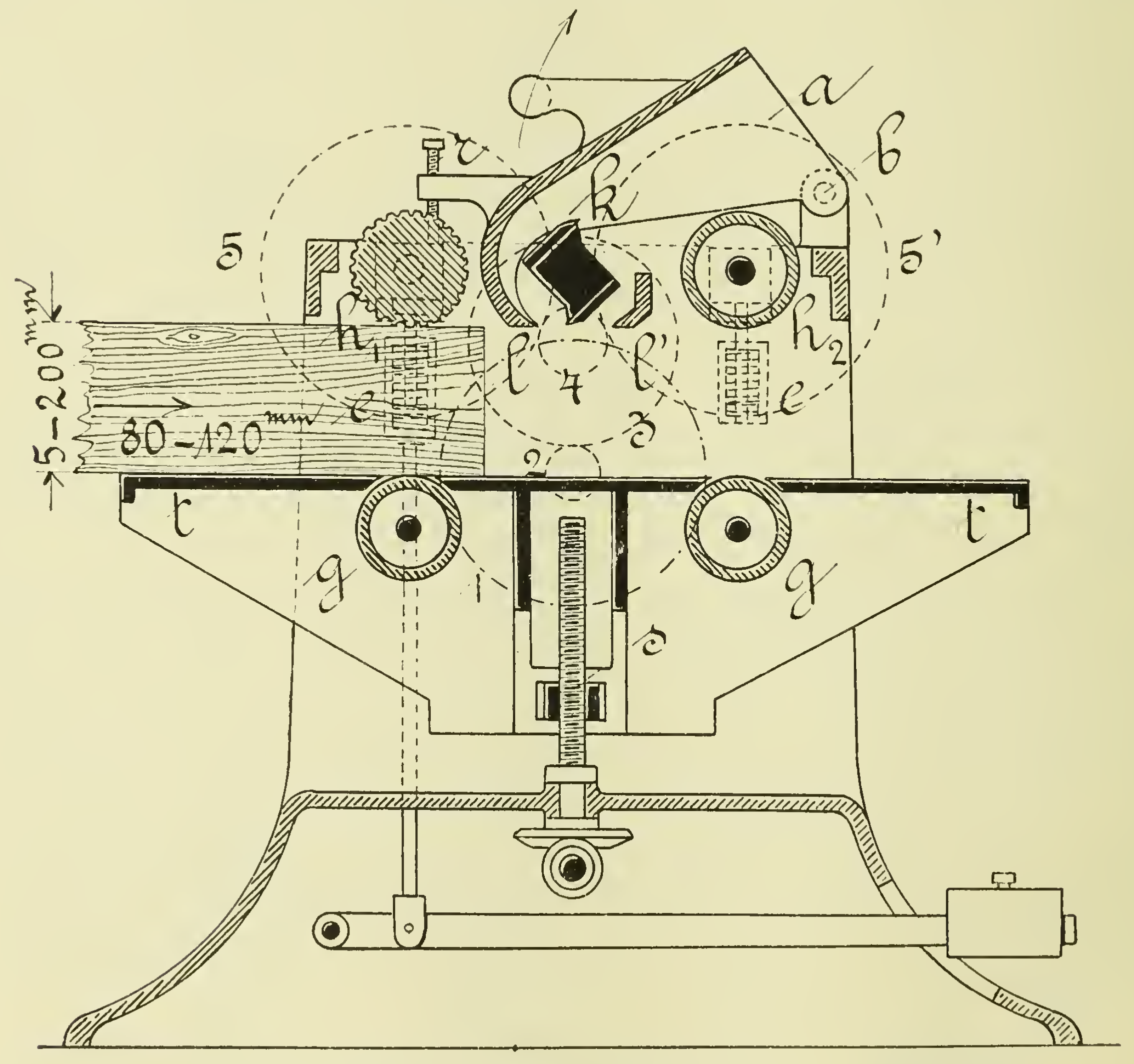


Fig. 355. Dickenhobelmaschine.

k Messerkopf, *t* Tischplatte, *s* zwei Schrauben zum Einstellen von *t*, *a* Spanlenker mit Druckleiste *l*, *r* Stellschraube für die Druckleiste *l*, *l'* federnde Druckleiste, *g* glatte Walzen im Tische *t*, h_1 u. h_2 Vorschubwalzen, *e* Federn, 1—2—3—4—5 u. 5' Antrieb von h_1 u. h_2.

lassen sich wagrecht verschieben und mit den Schrauben s_1 und s_2 der Breite des Brettes entsprechend einstellen. Die Lager der stehenden Spindeln sind sehr lang und verstellbar.

Fig. 355 *a*. Hobelmaschine mit drei Messenwellen. Von A. Renger in Böhm.-Kamnitz
f stehende Messerwelle für die Feder, *n* stehende Messerwelle für die Nut,
s_1 u. s_2 Schrauben zum Einstellen von *f* und *n*.

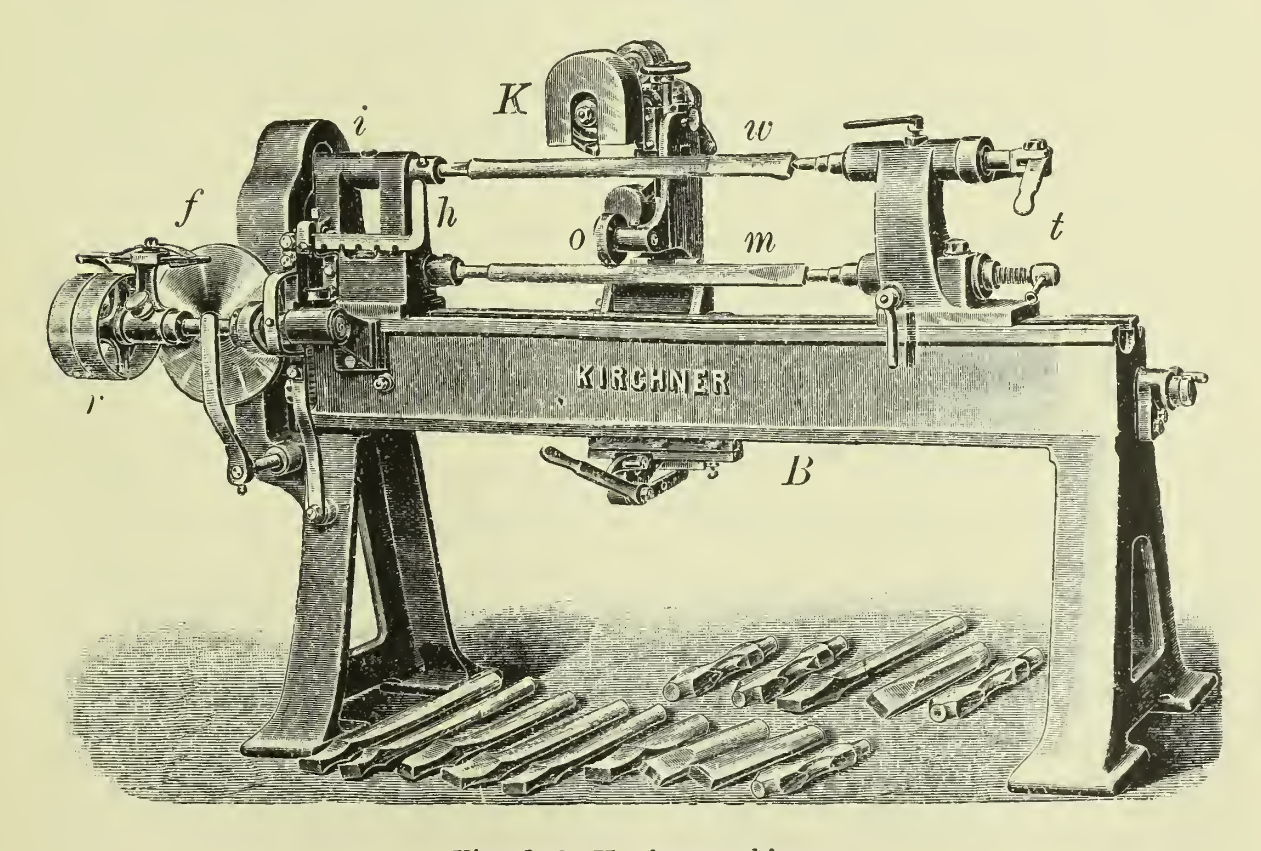


Fig. 356. Kopiermaschine.

Hölzerne Radspeichen, Gewehrschäfte u. dgl. werden auf einer eigenen Fräsmaschine, der sogenannten Kopiermaschine (Fig. 356 u. 356 *a*) hergestellt. Sie besteht aus einem drehbankähnlichen Bette *B* mit einem Spindelstocke *i* auf der linken und einem Reitstocke *t* auf der rechten Seite. Sowohl der Spindelstock wie der Reitstock haben je zwei Spindeln übereinander angeordnet. Dazwischen ist der Support, der oben den Fräserkopf *K* mit der quergelagerten Fräserspindel trägt, die von einer langen Trommel des Deckenvorgeleges mittels Riemen etwa 3000 minutliche Drehungen erhält. Das gußeiserne Modell *m*, nach welchem die Gegenstände kopiert werden, wird zwischen den unteren, das hölzerne Werkstück *w* zwischen den oberen Spitzen

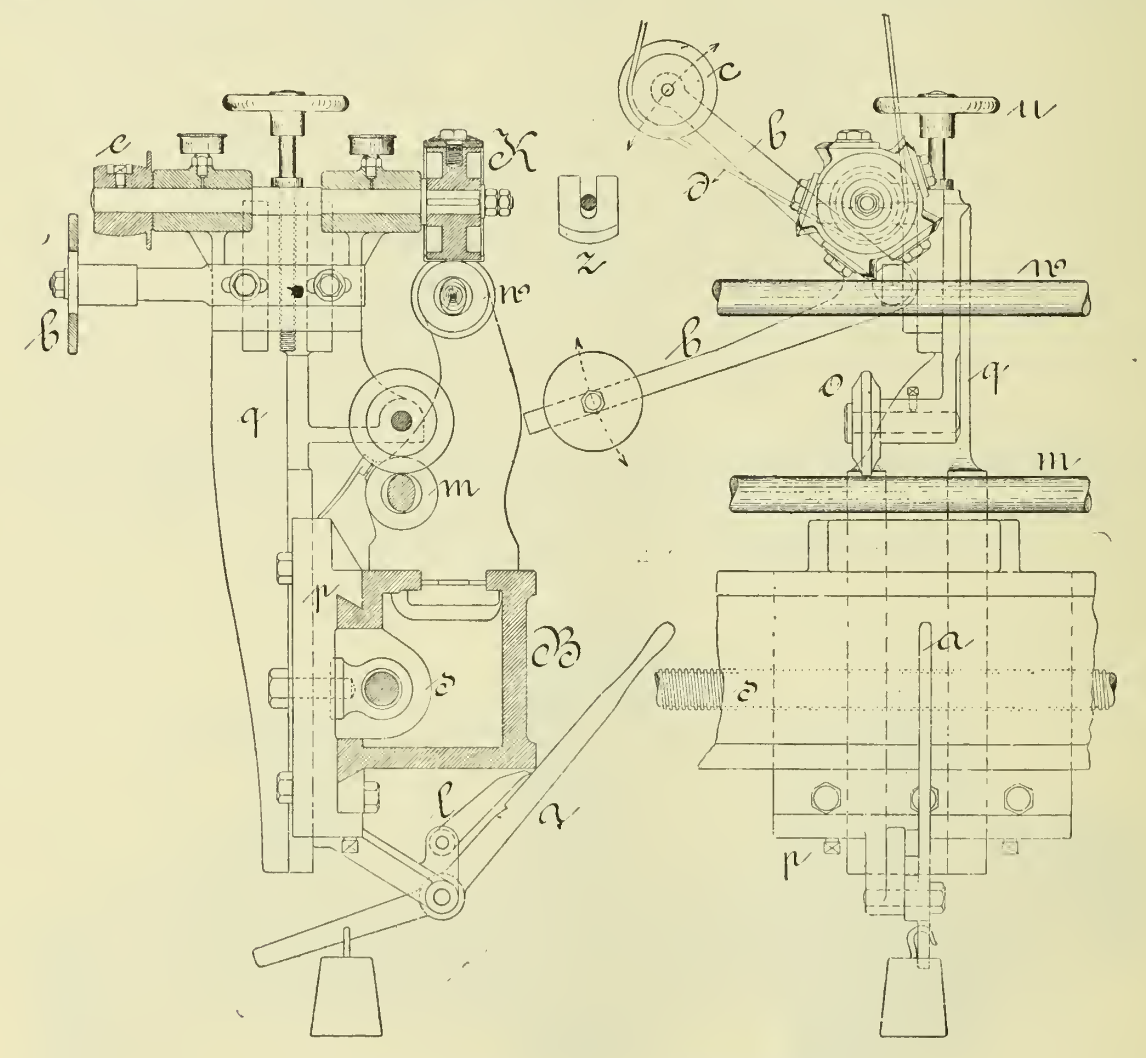


Fig. 356 *a*. Support der Kopiermaschine.

eingespannt. Durch die Riemenscheibe *r*, die Reibungsscheiben *f* und ein Zahnradgetriebe erhalten beide eine langsame, gleichmäßige Drehbewegung, die sich durch Verschieben der kleinen Reibungsscheibe mittels des Handhebels *h* regeln läßt. Der Support *p* wird von einer Leitspindel *s* selbsttätig dem Arbeitsstück entlang geführt; der Messerkopf erhält zugleich eine auf und nieder gehende Bewegung, da er in

einem senkrecht geführten Schieber *q* gelagert ist, der eine Rolle *o* trägt, die auf dem Modell aufruht. Die Form des Modells wird hiedurch auf das Werkstück übertragen, indem der Fräser abwechselnd dünne und dicke Späne abnimmt. (Ein ähnlicher Arbeitsvorgang findet beim Hinterdrehen der Fräser statt.) In Fig. 356 *a* ist der Support mit der Fräserspindel besonders dargestellt. Wie ersichtlich, besitzt der Fräserkopf 5 Messer *z* mit konvexen Schneiden. Der die Fräserspindel treibende Riemen *d* wird von einer Spannrolle *c*, die von einem Gewichtshebel *b* niedergedrückt wird, in Spannung erhalten. Die Fräserspindel läßt sich mit dem Handrade *u* höher oder tiefer einstellen, wie es die Dicke des herzustellenden Arbeitsstückes verlangt. Mit dem Handhebel *a* kann man den Vertikalschieber jederzeit sofort ausheben, und die Klinke *l* hält ihn in der ausgehobenen Stellung fest, damit man das fertige Werkstück herausnehmen und ein neues einspannen kann. Die mit dieser Maschine erzeugten Werkstücke sind ziemlich sauber; sie bedürfen nur noch des Glättens, das vorteilhaft mit einem Glaspolierriemen vorgenommen wird.

7. Metallbohrer.

Löcher werden hauptsächlich durch Bohren hergestellt. Ist der das Bohrloch bildende Hohlraum aus dem Vollen herauszuarbeiten, indem das denselben ausfüllende Material zerspant wird, so spricht man vom Bohren im engeren Sinne, dem Lochbohren; ist hingegen ein zylindrischer Hohlraum bereits vorhanden und dieser nur zu erweitern und genauer zu gestalten, indem eine Schicht der Lochwand zerspant wird, so nennt man diese Arbeit das Ausbohren.

Fig. 357 zeigt einige gebräuchliche Formen von Metallbohrern. *a*, *b*, *c* und *f* sind Spitzbohrer, welche das Spanmaterial in kegelförmigen Schichten vom Grunde des Bohrloches ablösen, während die Zentrumbohrer *d* und *e* und der Kanonenbohrer *g* die Späne in ebenen, rechtwinklig zur Lochachse liegenden Schichten entfernen. Ist schon beim gewöhnlichen Spitzbohrer *a* der Schneidwinkel s' größer als 90^0, so findet beim sogenannten „zweischneidigen“ Spitzbohrer *b* nur mehr ein Abschaben der Späne statt; man benützt ihn daher nur für kleine Löcher. Der Bohrer *c* zeigt einen günstigen Schneidwinkel, doch ist die Herstellung und Erhaltung der Hohlkehle *o* unmittelbar vor der Schneide schwierig. Am vorteilhaftesten arbeitet der Spiralbohrer *f*, weil ein kleiner Schneidwinkel vorhanden ist, die Späne durch die Spiralnuten leicht aus dem Bohrloch emporsteigen, das Anschleifen auf den Spiralbohrer-Schleifmaschinen schnell und genau so erfolgt, daß beide Schneidkanten *mn* und *m'n'* zur Wirkung kommen und

hinter diesen Schneidkanten die Anschleifflächen unter dem richtigen Ansatzwinkel zurücktreten.

Der Zentrumbohrer *d* hat in der Mitte einen kleinen Spitzbohrer zur Führung; oft findet man es vorteilhafter, vorher ein kleines Loch mit einem besonderen Spitzbohrer vorzubohren und dieses Loch dann mit dem Zapfenbohrer *e* zu erweitern. Ähnlich wirkt der bei den Fräsern behandelte Bohrring (Fig. 332) als ein Erweiterungsbohrer.

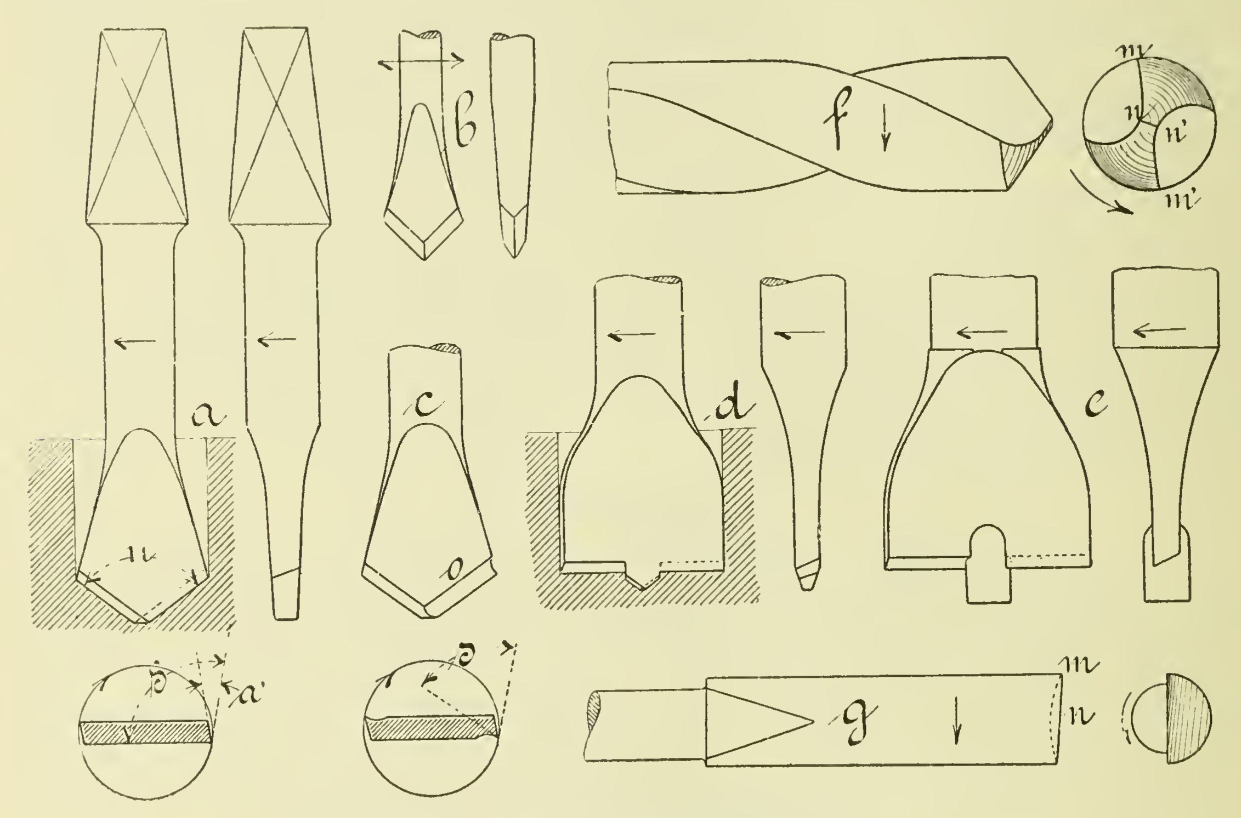


Fig. 357. Verschiedene Metallbohrer.

Der sogenannte Kanonenbohrer *g* hat einen halbzylindrischen Schaft mit einer schräg angeschliffenen Stirnfläche, die mit der ebenen Seitenfläche die Schneidkante *mn* bildet. Der Schaft gibt dem Bohrer in dem bis zu einer gewissen Tiefe vorgebohrten Loche eine sichere Führung.

Das Bohren unterscheidet sich vom Fräsen dadurch, daß die Bohrerschneiden fortdauernd einen Span von gleicher Dicke abheben, während die Fräserschneiden absetzend nur während eines Teiles einer jeden Umdrehung einen kurzen, ungleich dicken Span nehmen.

8. Holzbohrer.

Die Holzbohrer erhalten gewöhnlich nur eine einzige Schneide, die beim Bohren in der Längsrichtung der Fasern parallel zur Bohrerachse, beim Bohren auf Querholz hingegen rechtwinklig dazu steht. Die neueren Querholzbohrer sind vorteilhaft mit zwei Schneiden ausgestattet.

Der Löffelbohrer (Fig. 358 *a*) hat eine löffelartige Gestalt und zwei parallele, zu einer Spitze zusammenlaufende Schneidkanten. Er dient zum Ausbohren langer Holzrohre. Windet man die Spitte des glühend gemachten Löffelbohrers um ihre Achse, so entsteht der Schneckenbohrer (Fig. 358 *b*), der den Vorteil der schrägen Schneide besitzt und sich auch von selbst in das Bohrloch einschraubt.

Der Zentrumbohrer (Fig. 358 *c*) dient zum Bohren auf Querholz; er besteht aus drei zusammen arbeitenden Teilen, nämlich der

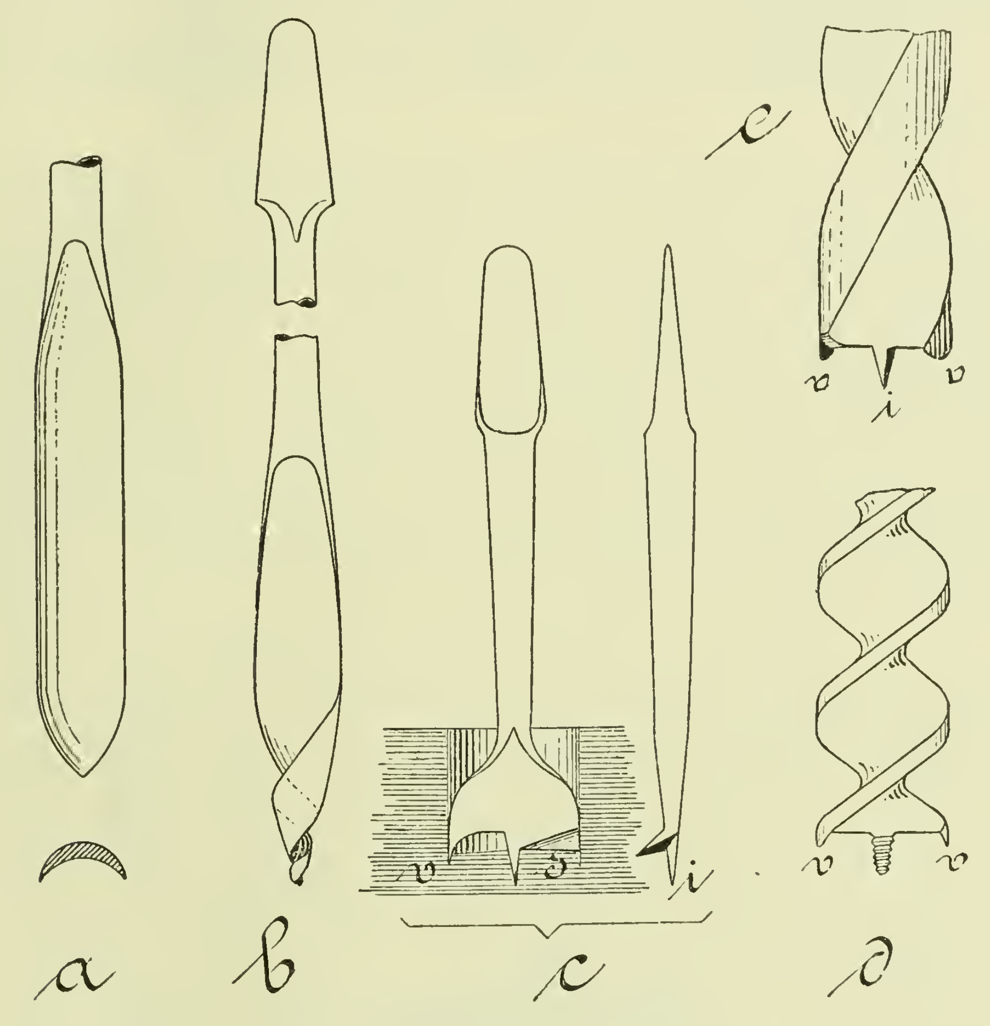


Fig. 358. Verschiedene Holzbohrer.

am weitesten vortretenden Führungsspitze *i*, dem Vorschneidezahn *v*, der die Fasern am Lochrande durchschneidet, und der eigentlichen, schaufelartigen Schneide *s*, die den Span vom Grunde des Loches abhebt. Alle diese Bohrer haben den Nachteil, daß man sie beim Bohren tiefer Löcher einigemal herausheben muß, um die Späne zu entfernen.

Der Schraubenbohrer (Fig. 358 *d*) wird durch Verdrehen einer gleich breiten Schiene um ihre Längsachse erzeugt und bildet eine zweigängige Schraube; in den fein polierten Schraubengängen schrauben sich beim Bohren die Späne empor und man kann somit tiefe Löcher ohne Unterbrechung fertigbohren. Die Führungsspitze ist

zu einer konischen Schraube ausgebildet; den zwei Schraubengängen entsprechend sind zwei Vorschneidezähne und zwei Schneiden vorhanden.

Der „Morse"-Spiralbohrer (Fig. 358 *e*) ist kräftiger, daher zum Bohren harter Hölzer geeignet; die beiden Schraubengänge sind eingefräst.

9. Bohrgeräte.

Gewöhnlich vollführen die Bohrer sowohl die Arbeits- als auch die Schaltbewegung, welche ihnen entweder unmittelbar von Hand aus, oder mit Hilfe eines Gerätes, oder einer maschinellen Vorrichtung erteilt werden.

Die Handbohrer tragen am oberen Ende Handgriffe, womit man ihnen aber nur je eine absetzende, halbe Drehung erteilen kann. Da man mit der Hand nur einen geringen Druck auszuüben vermag, so finden die Handbohrer bloß für weiche Materialien, wie Holz und Horn, Verwendung.

Die Bohrgeräte sind Vorrichtungen, um den Bohrer bequemer und schneller, wenn nötig mit größerer Kraft drehen und gegen das Bohrloch vorschieben zu können. Man unterscheidet solche für abwechselnde, für stetige und für absetzende Bewegung.

a) Für abwechselnde Bewegung.

Ein Bohrer für abwechselnde Bewegung ist der Rollenbohrer (Fig. 359), der für kleine Löcher von 1 bis 4 *mm* Weite verwendet wird. Auf dem Bohrer *b* ist eine Rolle *r* befestigt, um die eine Lederschnur oder Darmseite *s* geschlungen ist, die mit ihren Enden von einem Fiedelbogen oder Drillbogen *o* gespannt erhalten wird und hin und her geführt werden kann, während der Arbeiter gleichzeitig mit dem vor die Brust geschnallten Brett *u* den Bohrer gegen das Arbeitsstück drückt.

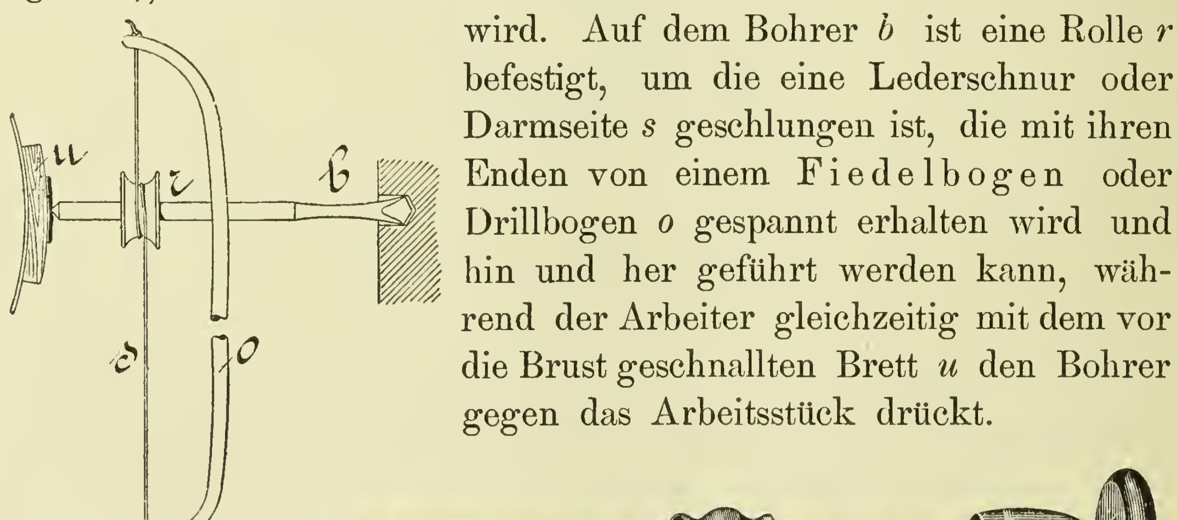


Fig. 359. Rollenbohrer. Fig. 360. Drillbohrer.

Der Drillbohrer (Fig. 360) besteht aus einer mit steilem Gewinde versehenen Bohrspindel, die durch Verdrehen eines vierkantigen Stahlstäbchens hergestellt wurde. Indem man mit dem Endknopfe den

Bohrer gegen das Arbeitsstück drückt, wird durch Hin- und Herschieben einer auf der Spindel sitzenden Mutter die abwechselnde Drehbewegung erzielt.

b) Für stetige Bewegung.

Indem der einschneidige Bohrer vorteilhafter arbeitet, verwendet man häufig die Drillbohrer mit Schwungkugeln, wie Fig. 361 darstellt.

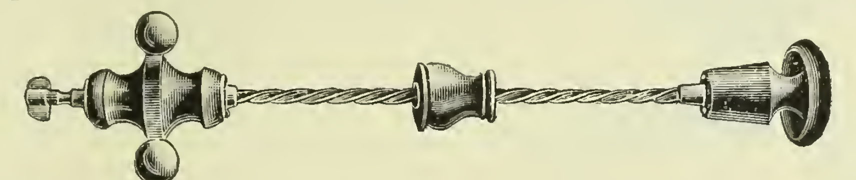


Fig. 361. Drillbohrer mit Schwungkugeln.

Die auf der Schraubenspindel mit der Hand zu verschiebende Nuß besteht aus zwei Teilen, nämlich einer Mutter und einer die letztere lose umschließenden Hülse. Mutter und Hülse haben gegeneinander etwas Spielraum und können durch eine einseitige Zahnkupplung miteinander verbunden werden. Wenn die Nuß gegen den Bohrer zu schnell vorgeschoben wird, kuppelt sich die Zahnkupplung ein und der Bohrer wird gedreht; zieht man dagegen die Nuß zurück, so löst sich die Kupplung; die Bohrspindel wird durch die lebendige Kraft der Schwungkugeln so lange weitergedreht, bis die Nuß wieder vorgeschoben wird.

Zur Ausübung einer größeren Kraft wird die Drehbewegung mit einer Kurbel erteilt. Die hölzerne Bohrwinde der Tischler (Fig. 362) besteht aus einem C-förmigen Holzbügel *a*, an dessen einem Ende der Bohrer mit dem Futter *u* in der Weise befestigt ist, daß der vierkantige Stiel des Futters in eine viereckige Öffnung eingesteckt und darin mit einer Feder *f* festgehalten wird. Am anderen Ende ist ein drehbarer Knopf *k* zur Ausübung des nötigen Druckes angebracht.

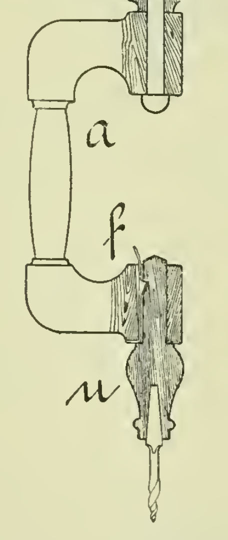


Fig. 362. Hölzerne Bohrwinde.

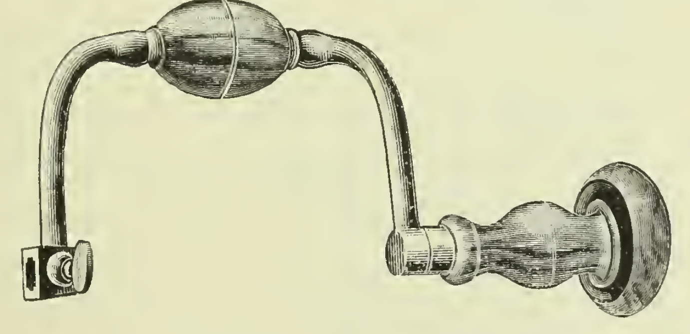


Fig. 363. Brustleier mit Kreuzloch.

Die in Fig. 363 dargestellte Bohrwinde oder Brustleier hat einen Stahlbügel; der Bohrer wird mit seiner Angel in das Kreuzloch eingesteckt und mit einer Klemmschraube festgehalten.

Fig. 364 zeigt ebenfalls eine Bohrkurbel aus Stahl. Der Bohrer wird in einem zweiteiligen Klemmbacken *b* zentrisch eingespannt, indem man die Überwurfmutter *m* von Hand aus dreht. Der Druckkopf hat Kugellagerung *l*, so daß die Reibung auf ein Minimum verringert ist.

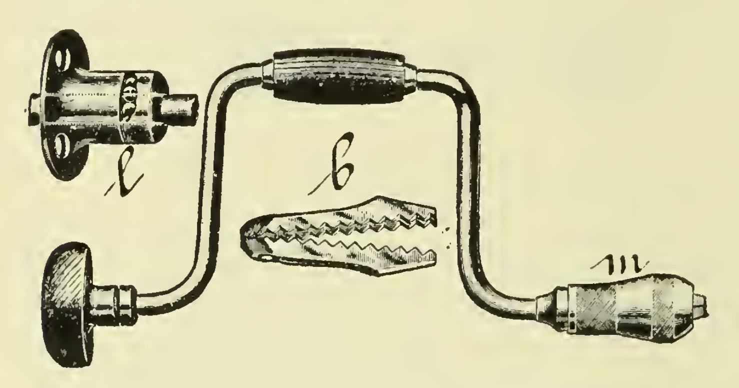


Fig. 364. Brustleier mit Klemmbacken.

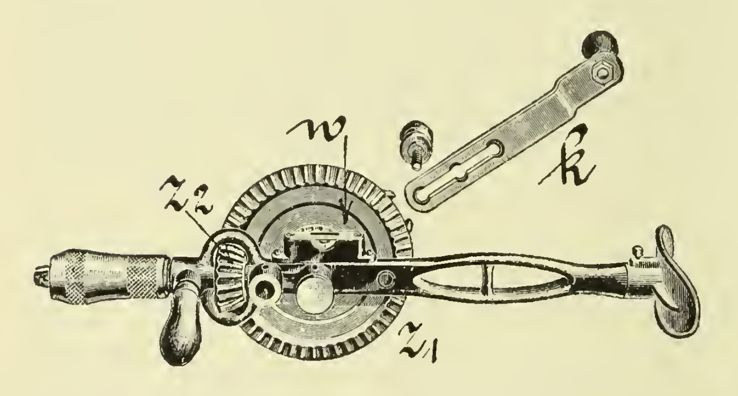


Fig. 365. Brustleier mit Zahnräderübersetzung.

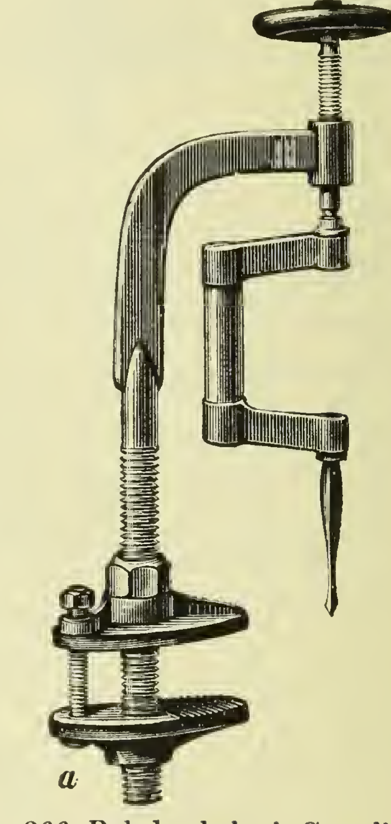


Fig. 366. Bohrkurbel mit Gestell.

Schneller arbeitet man mit der Brustleier (Fig. 365), bei welcher der Bohrer mit einer Kurbel *k* und der Zahnräderübersetzung $\frac{z_1}{z_2}$ gedreht wird. Der Kurbel kann man drei verschiedene Armlängen geben; auch die Räderübersetzung läßt sich verändern. Überdies zeigt eine Wasserwage *w* an, ob der Bohrer richtig wagrecht gehalten wird.

Um die Arbeit zu erleichtern und überdies einen größeren Druck ausüben zu können, stemmt man die Bohrkurbel gegen eine Schraube, die in einem bügelartigen, am Tische befestigten Gestell eingeschraubt ist (Fig. 366). Mit einem Handrade läßt sich die Schraube niederschrauben; dadurch wird der Vorschub des Bohrers bewirkt.

In Fabriken, wo Preßluft zur Verfügung steht, verwendet man vorteilhaft Preßluftbohrer (Fig. 367). In einem Gehäuse, das der Arbeiter an zwei Handgriffen hält, befindet sich ein Vierzylinder-

Preßluftmotor, dem durch einen Schlauch Preßluft zugeführt wird und der mittels Stirnrädern die Bohrspindel treibt. Der Vorschub erfolgt wie bei der Bohrratsche durch Drehen einer Schraube, die oben am Gehäuse sichtbar ist und die gegen einen Bohrbügel drückt. Der Bohrer macht 200—300 minutliche Drehungen und verbraucht hiebei 1—1$^1/_2$ m^3 Luft von 7 Atm.

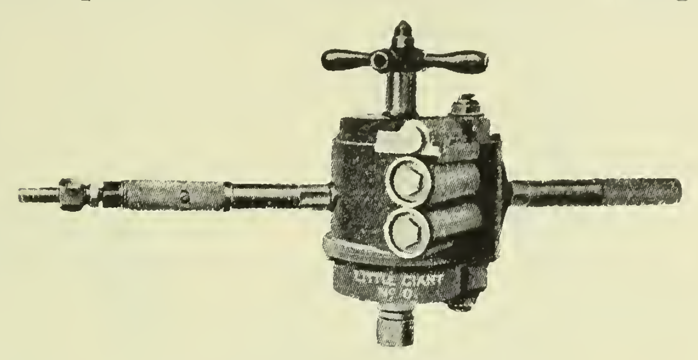


Fig. 367. Preßluftbohrer.

In Fabriken, wo Elektrizität zur Verfügung steht, verwendet man elektrische Bohrer, die ähnlich den in Fig. 367 dargestellten ein Gehäuse besitzen, in welchem sich ein kleiner Elektromotor befindet.

Bohrgerät mit Antrieb durch eine biegsame Welle.

Fig. 368 zeigt ein Bohrgerät, dessen Räderwerk vollständig eingekapselt ist. Die Antriebswelle 12 kann jede beliebige Stellung zur Bohrspindel 2 einnehmen, indem die Kappe 10 auf dem Gehäuse 1 drehbar angeordnet ist.

Die Arbeitsbewegung wird von der biegsamen Welle 12 über 13—14—15—16 auf die Bohrspindel 2′2 übertragen. Die Schaltbewegung erfolgt durch Drehen des Handrades 6, indem hiedurch eine Schraube 5 verschraubt wird, die sich mit der Spitze 5′ gegen einen Bohrbügel stützt.

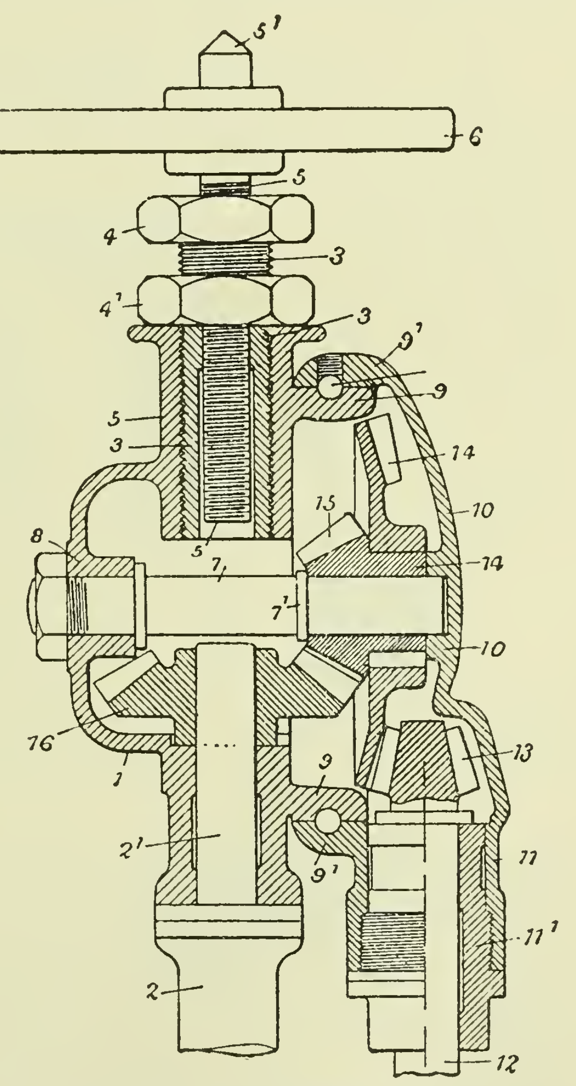


Fig. 368. Tragbares Bohrgerät nach Boothroyd in Bootle, Lancs.

c) Für absetzende Bewegung.

Die Bohrratsche oder Bohrknarre Fig. 369 besteht aus einer Bohrspindel *i*, die unten ein vierkantiges Loch zur Aufnahme des Bohrers, in der Mitte aber

ein Sperrad *e* besitzt, welches mit der Klinke *k* und dem Handhebel *h* gedreht wird; oben ist schließlich die Schaltschraube *s* eingeschraubt, die sich gegen den Bohrbügel *b* stützt. Eine Feder *f* hält die Klinke mit dem Sperrad im Eingriff. Beim Bohren von Eisen kann man annehmen, daß bei 1 *cm* Lochweite der Bohrer mit einer Kraft von etwa 70 *kg*, bei 2 *cm* Lochweite mit der doppelten Kraft niedergedrückt werden muß. Indem man mit der einen Hand den Hebel *h* in schwingende Bewegung bringt und so den Bohrer absatzweise dreht, wird mittels eines Rundeisenstäbchens, das in die Löcher des Schraubenkopfes eingesteckt wird — demnach als Schraubenschlüssel dient — die Schraube *s* langsam herausgeschraubt und hiedurch der Bohrer mit der nötigen Kraft vorgeschoben.

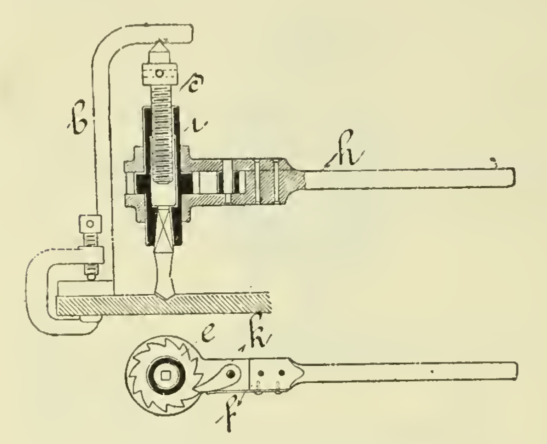


Fig. 369. Bohrratsche.

Die in Fig. 370 dargestellte Bohrratsche dient zum Anbohren von Rohren; zu diesem Zwecke ist auf die Bohrspindel *i* eine Hülse *l*

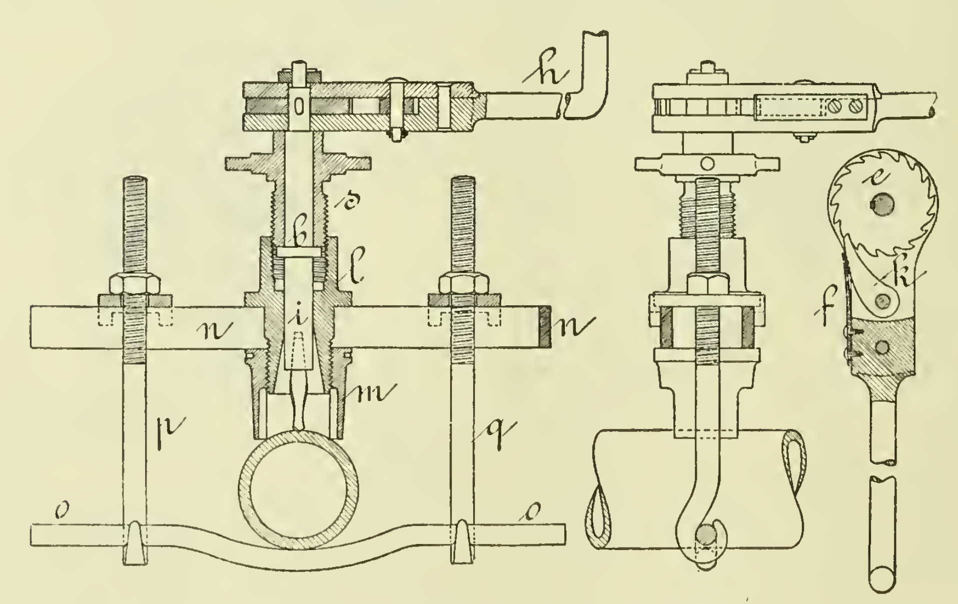


Fig. 370. Bohrratsche für Rohre.

aufgeschoben, auf welche wieder die Mutter *m* aufgeschraubt ist, womit der Flacheisenbügel *n* befestigt wird. Mittels des Überlegeisens *o* und der beiden Hakenschrauben *p* und *q* kann die Bohrratsche am Rohre befestigt werden. Das Drehen der Bohrspindel *i* erfolgt mit dem Handhebel *h*; die Schaltschraube *s* wird in die Hülse *l* eingeschraubt, sie drückt hiebei gegen den Bund *b* an der Bohrspindel und schiebt den Bohrer vor.

Um in Schienen Schraubenlöcher zu bohren, wird eine ähnliche Bohrratsche (Fig. 371) verwendet. Die Schraubzwinge *z* wird mit der

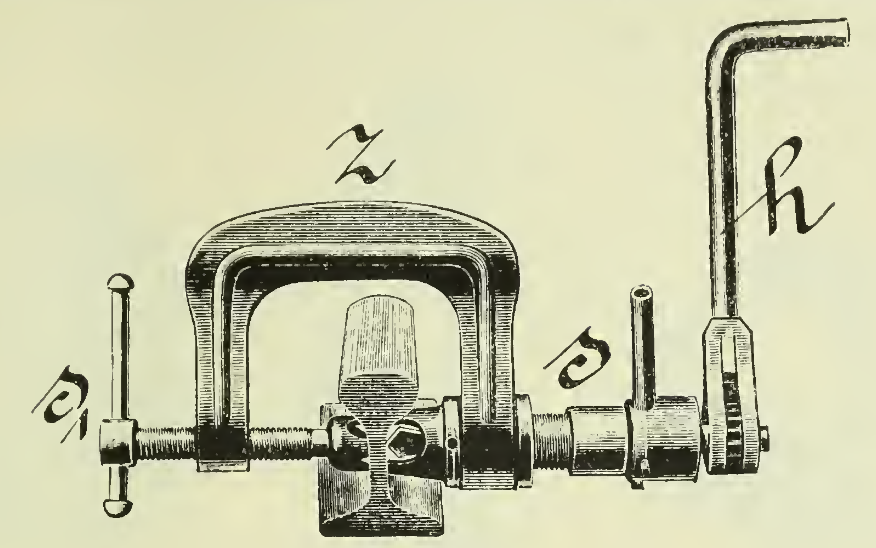


Fig. 371. Bohrratsche für Schienen.

Schraube s_1 festgeklemmt, der Bohrer mittels des Ratschenhebels *h* gedreht und mit der Zuspannschraube *s* vorgeschoben.

10. Lochbohrmaschinen für Metall.

Die gewöhnlich senkrecht angeordnete Bohrspindel der Metallbohrmaschinen macht sowohl die Arbeits- als auch die Schaltbewegung. Der Aufbau des Gestelles und die ganze Anordnung richten sich nach der Größe und den Anforderungen, die man an die Maschine stellt.

Die in Fig. 372 dargestellte Handbohrmaschine ist nur eine weitere Ausgestaltung der Bohrkurbel mit Gestell. Der Bohrer wird unten in der Bohrspindel befestigt; er erhält von der Kurbel aus mittels verstellbarer Kegelräderübersetzung den Antrieb. Der Vorschub erfolgt mittels Schraube und Handrad. Das Werkstück wird entweder auf den Tisch frei aufgelegt oder in einen Parallelschraubstock eingespannt. Die ganze Maschine ist mittels einer Schraubzwinge am Arbeitstisch festgeklemmt.

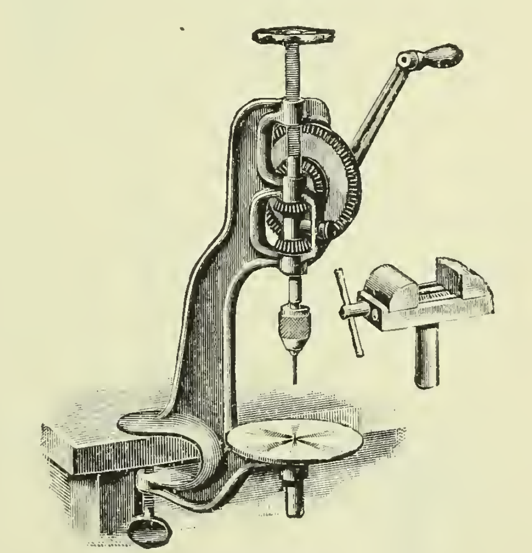
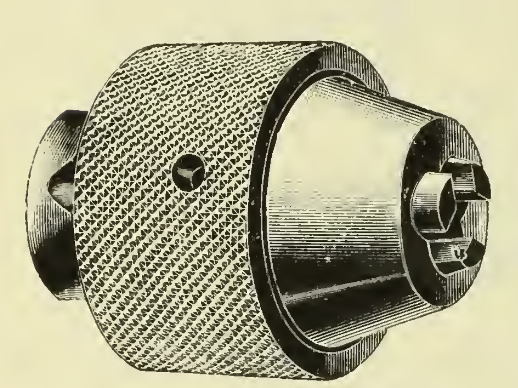


Fig. 372. Handbohrmaschine.

Um den Bohrer schnell zentrisch einzuspannen, hat man verschiedene Bohrfutter. Das „Almond“-Bohrfutter Fig. 373 hat drei Klemmbacken *B*, die in einer Hülse *A* in schräger Richtung gegeneinander verschoben werden, wenn ein mit Schrauben-

gewinde versehener zweiteiliger Ring *C*, dessen Gewindegänge in Einkerbungen der Backen *B* eingreifen, verdreht wird. Das Verdrehen erfolgt von Hand aus mittels einer über *C* angeordneten rändrierten Hülse. Dieses Bohrfutter wird für bis zu 12 *mm* starke Bohrer hergestellt.



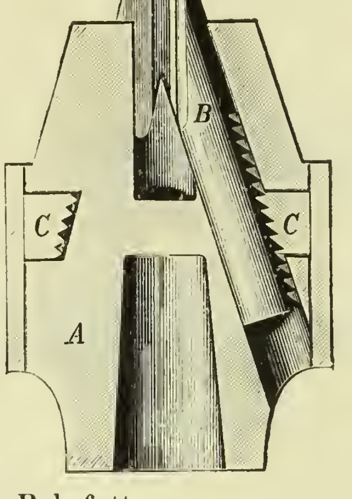


Fig. 373. „Almond" Bohrfutter.

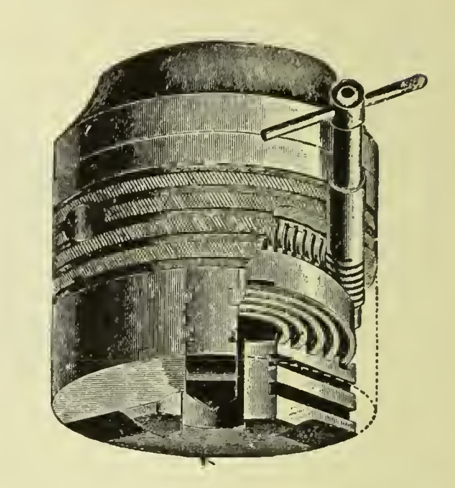


Fig. 374. Whitons Bohrfutter.

Das Bohrfutter Fig. 374 dient für Bohrer bis zu 30 *mm* Stärke die Klemmbacken werden geschlossen oder geöffnet, indem man die äußere Hülse entweder von Hand aus dreht, oder, indem man, wenn mehr

Fig. 375. Freistehende Bohrmaschine.

Kraft zur Anwendung gelangen soll, das Schraubenende des Schlüssels, wie gezeichnet, in eine der seitlichen Öffnungen einsteckt und hiemit eine mit Spiralnuten versehene Scheibe dreht, wodurch die in die Nuten eingreifenden drei Klemmbacken gleichzeitig zentrisch verschoben werden.

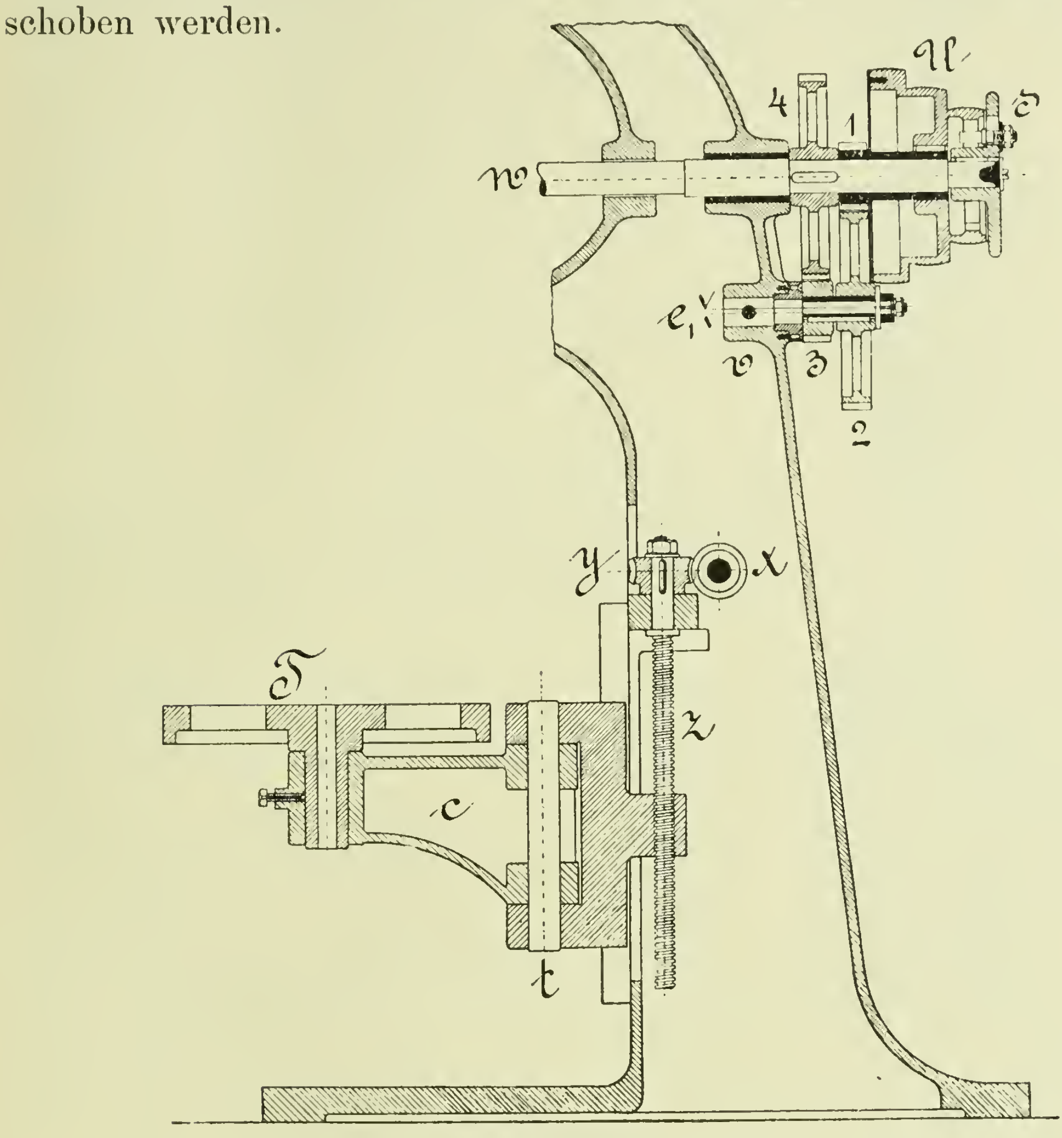


Fig. 376. Das Vorgelege und die Tischverstellung.

Eine freistehende Bohrmaschine alter Bauart ist in den Fig. 375 und 376 dargestellt. Auf dem Fundament *F* ist das Hohlgußgestell *G* festgeschraubt. Die Bohrspindel *B* erhält ihren Antrieb von der dreistufigen Riemenscheibe *U* durch die Welle *w* und die beiden Kegelräder 5 und 6. Das Kegelrad 6 sitzt nach Fig. 377 auf einer langen, unten behufs Nachstellung konisch gelagerten Rohrwelle *o*; die Verbindung mit der Bohrspindel wird durch einen Federkeil *u*, der in einer Langnut der Bohrspindel gleitet, hergestellt. Die Stufenscheibe *U* sitzt mit dem Zahnrade 1 lose auf der Welle (Fig. 376) und wird erst mit der Kupplungsschraube *s*, die durch eine auf der Welle *w* feste Scheibe hindurchgeht, mit der Welle *w* gekuppelt.

Wenn man die Kupplungsschraube *s* lockert, in dem vorhandenen Schlitze nach einwärts schiebt und wieder festklemmt, so wird die Stufenscheibe lose. Wenn man dann nach Herausziehen des Stellstiftes *v* das Doppelrad 2, 3 hebt, indem man mit dem in der Zeichnung ersichtlichen Handgriff den exzentrischen Zapfen, auf dem die Zahnräder 2 und 3 sitzen, dreht, so bringt man letztere mit den Zahnrädern 1 und 4 in Eingriff. Dann treibt die lose Stufenscheibe über zwei Vorgelege (von 1 auf 2 und von 3 auf das auf der Welle *w* feste Rad 4) die Bohrspindel mit geringerer Geschwindigkeit, so daß im ganzen sechs verschiedene Geschwindigkeiten möglich sind.

Jeder Geschwindigkeit entspricht eine vorteilhafteste Lochweite, die man findet, wenn man eine bestimmte Zahl durch die minutlichen Drehungen dividiert.

Für gewöhnliche Spitz- und Zentrumbohrer hätte bei der dargestellten Bohrmaschine folgende Tabelle Geltung:

Minutliche Umdrehungen der Bohrspindel	Größte Lochweiten in *mm*			
	weiches Schmiedeeisen $d = 1500 : n$	Gußeisen $d = 1000 : n$	harter Stahl $d = 600 : n$	Messing $d = 2500 : n$
$n_1 = 158$	9	6	4	16
$n_2 = 100$	15	10	6	25
$n_3 = 63$	24	16	10	40
$n_4 = 19{\cdot}4$	77	52	32	129
$n_5 = 12{\cdot}25$	122	80	51	204
$n_6 = 7{\cdot}7$	194	129	80	324

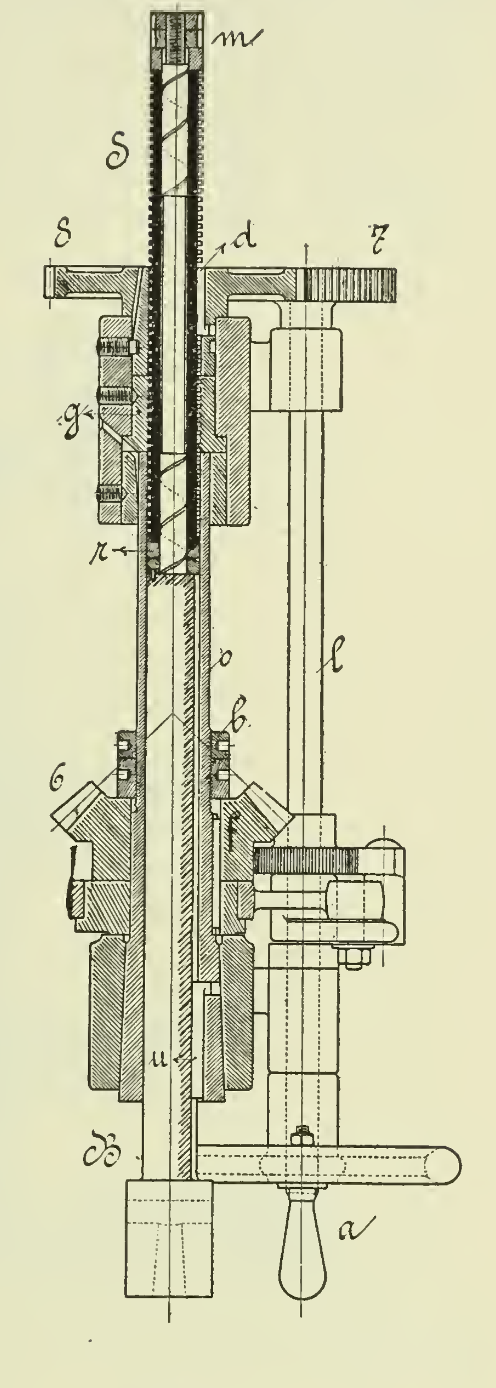
Spiralbohrer können wesentlich schneller arbeiten, wie folgende Tabelle zeigt:

Geschwindigkeitstabelle für Morse-Spiralbohrer.

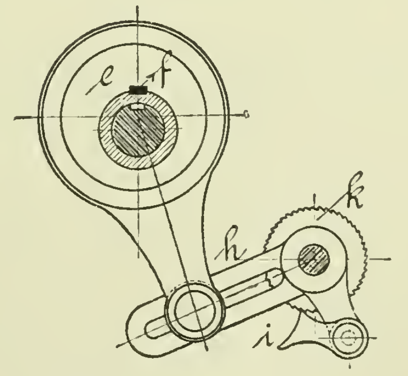
Umdrehungen per Minute.

Durchmesser der Bohrer *mm*	$1^1/_2$	5	10	15	20	25	35	50	75
für Schmiedeisen und Stahl	1712	571	250	163	110	77	53	31	21
„ Gußeisen	2383	794	350	238	165	110	81	51	35
„ Messing	3544	1181	570	367	260	195	136	92	65

Der selbsttätige Vorschub des Bohrers erfolgt durch ein auf der Rohrwelle *o* sitzendes Exzenter *e*, den Hebel *h*, die Klinke *i*, das Klinkenrad *k*, die Schaltspindel *l* und die beiden Stirnräder 7 und 8. Wie der in Fig. 377 dargestellte Schnitt durch die Bohrspindel einer kleinen Wandbohrmaschine zeigt, ist in der Nabe des Zahnrades 8 (des Mitnehmerrades) ein Federkeil *d* eingelegt, der in eine Langnut der hohlen linksgängigen Schraube *S* eingreift und diese beim Drehen des Zahnrades 8 mitdreht. Unterhalb 8 ist die Mutter *g* befestigt; wenn somit die Schraube *S* in dieser Mutter *g* nach abwärts geschraubt wird, dann drückt der glasharte Stahlring *r* auf einen darunter befindlichen zweiten Stahlring, wodurch die Bohrspindel *B* nach abwärts bewegt wird. In Fig. 375 ist die Schraube *S* oben bei *m* zu einer „Laterne“ erweitert; eine zentrale Druckschraube drückt von oben auf die Bohrspindel. Die Kraft, mit welcher der Bohrer in das Material hineingedrückt werden muß, richtet sich nach dem Material und der Art und Beschaffenheit des Bohrers; bei 10 *mm* Lochweite kann man für Eisen etwa 70 *kg* annehmen.



Indem man den Gelenkzapfen, der die Exzenterstange mit dem Hebel *h* verbindet, in einem Langschlitze verschieben kann, lassen sich 1, 2 oder 3 Zähne schalten. Mit dem Handrade *a* kann man von Hand aus schalten und die Bohrspindel in die Höhe schrauben.



377. Bohrspindel.

Das Arbeitsstück ruht auf dem kreisrunden, um einen Zapfen drehbaren Tische *T*. Letzterer ist an einem Vertikalschlitten wiederum um einen Zapfen *t* drehbar befestigt. Hat man sonach größere Werkstücke zu bohren, die auf dem Tische nicht Platz haben, so dreht man letzteren seitwärts und stellt das Werkstück

auf die darunter befindliche Bodenplatte des Gestelles. Der Vertikalschlitten wird verstellt, indem man eine Handkurbel auf den Zapfen x aufsteckt und hiemit eine Schnecke dreht, die in das Schneckenrad y eingreift; hiedurch wird die Schraube z bewegt, die eine am Vertikalschlitten befindliche Mutter verschiebt.

Die freistehende Bohrmaschine Fig. 378 ist mit einem Riemenvorgelege mit zwei Reibungskupplungen r_1 und r_2 für Rechts- und

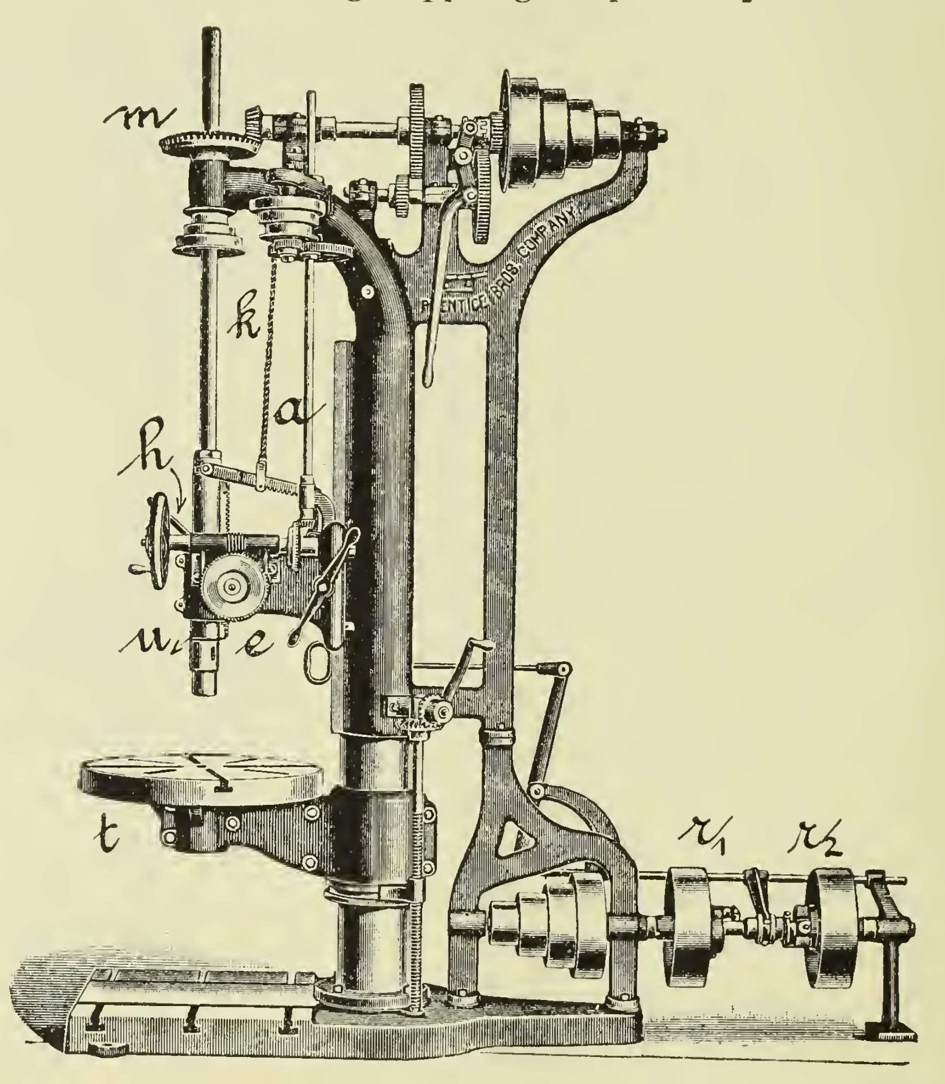


Fig. 378. Bohrmaschine von der „Prentice Bros. Company" in Worcester, Mass. Am.

Linksgang ausgestattet. Die untere Lagerung der Bohrspindel kann höher und tiefer eingestellt werden, damit die Bohrspindel nicht zu weit frei herausragt. Oben ist die Bohrspindel in dem Mitnehmerrade m verschiebbar gelagert. Der Vorschub des Bohrers erfolgt durch eine Zahnstange, die an einer die Bohrspindel umschließenden langen Lagerhülse u befestigt ist. Die Bohrspindel läuft somit immer an derselben Stelle in der Lagerhülse, indem die letztere gemeinschaftlich mit der Bohrspindel vorgeschoben wird; hiedurch wird ein ruhiger Lauf der Bohrspindel gesichert, was als ein großer Vorzug gegenüber der Bauart Fig. 375 anzusehen ist,

indem genauere, saubere Löcher gebohrt werden können. Das Gewicht der Bohrspindel muß mittels eines Gegengewichtes, das in die hohle Standsäule einmontiert ist und an der Kette *k* wirkt, ausgewogen werden, weil sonst die Bohrspindel bei ausgerücktem Vorschub niedergleiten und den Bohrer aufstoßen würde. Der runde Aufspanntisch *t* kann seitwärts gedreht, somit ein größeres Arbeitsstück auf der Fußplatte befestigt werden. Die Verwendung der Zahnstange für den Vorschub ermöglicht ein schnelles Herausheben des

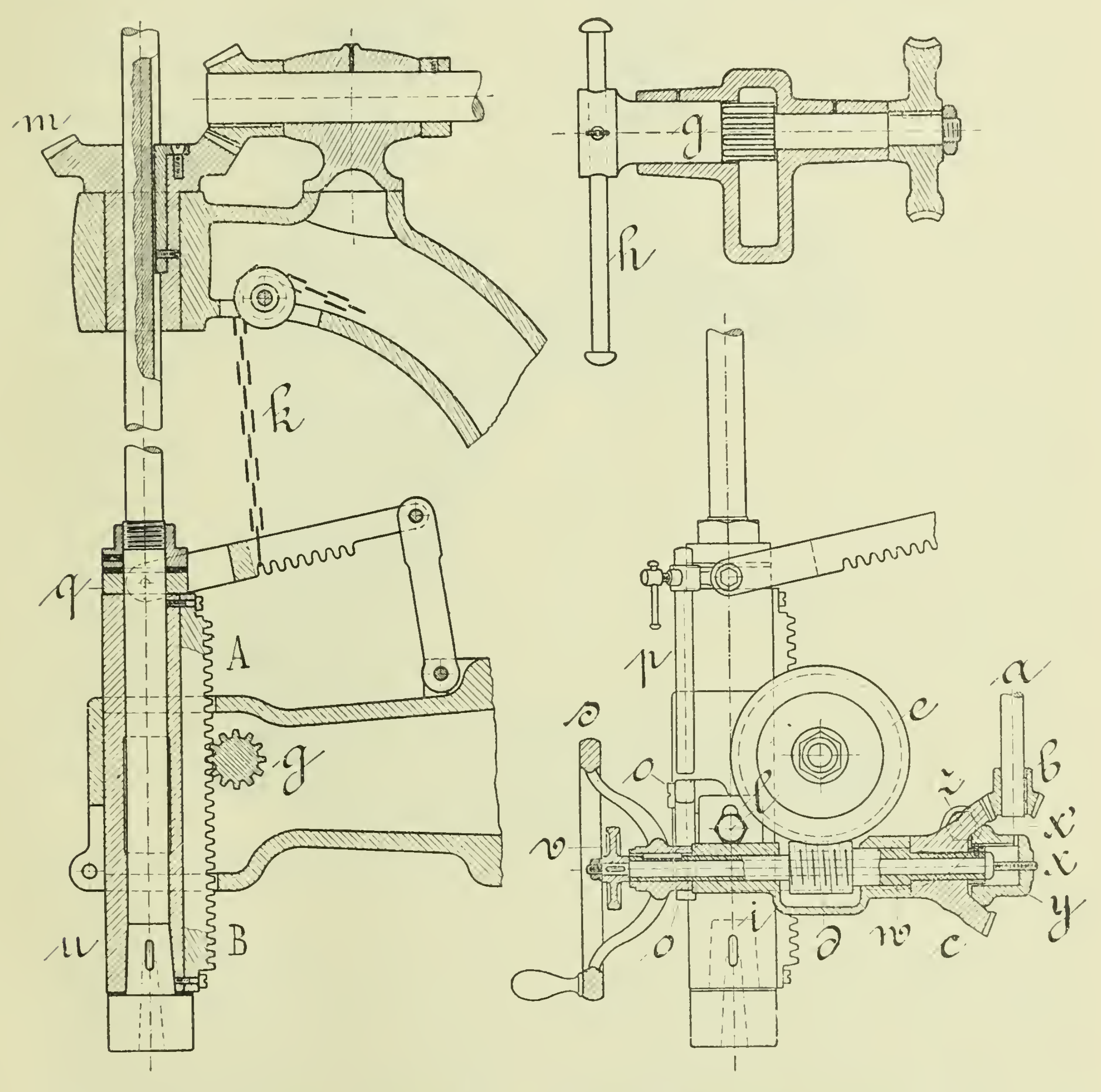


Fig. 379—381. Bohrspindel einer amerikanischen Bohrmaschine.

Bohrers aus dem Bohrloche und ein schnelles Einstellen desselben, indem in diese Zahnstange ein Zahnkolben eingreift, dessen Spindel durch einen Handhebel *h* gedreht werden kann, nachdem man den selbsttätigen Vorschub zuvor abgestellt hat.

Alle neueren Bohrmaschinen werden daher mit Zahnstangenvorschub gebaut.

Die Figuren 379—381 zeigen Einzelheiten einer ähnlichen amerikanischen Bohrmaschine wie Fig. 378. Die selbsttätige Vorschubbewegung erfolgt von der stehenden Schaltspindel *a*, die von der Bohrspindel drei verschiedene Geschwindigkeiten erhalten kann (Fig 378), indem mittels der zwei Kegelräder *b* und *c* die Drehung auf eine Hohlwelle *w* mit Schnecke *d* übertragen wird, die in das Schneckenrad *e* eingreift, welches auf der Spindel des Zahnstangenkolbens *g* sitzt. Die Hohlwelle *w* wird in zwei Lagern gehalten, die ein einziges Gußstück *i* bilden, das um den Zapfen *z* drehbar ist. Wenn dieses Gußstück ein wenig nach abwärts gedreht wird, was der Langschlitz bei der Schraube *l* erlaubt, so kommt die Schnecke *d* außer Eingriff und der Vorschub des Bohrers ist hiedurch abgestellt. Der Teil *i* wird durch eine Klinke *o* in der oberen Stellung gehalten; man kann einen bolzenförmigen Anschlag *p* an dem Ringe *q* so befestigen, daß er die Klinke *o* bei einer gewissen Tiefe des Bohrloches auslöst. Will man mit dem Handrade *s* schalten, dann wird die Reibungskupplung, welche das Kegelrad *c* mit der Hohlwelle *w* verbindet, dadurch gelöst, daß man mit dem Handrädchen *v* die Schraube *x* dreht und hiedurch den Reibungskegel *y* nach rechts hin verschiebt, wobei er durch ein Schräubchen *x'*, das in eine Längsnut im Innern des Reibungskegels eingreift, am Mitdrehen verhindert wird. Bei dieser neuzeitlichen Bohrmaschine sind also schnelle Übergänge vom selbsttätigen Vorschub zum Handvorschub mit dem Handrade *s* oder zum Handhebeldruck mit dem Hebel *h* sowie zum schnellen Einstellen des Bohrers möglich, so daß viel Zeit erspart wird. Die Leistung der Maschine ist somit gegenüber der alten Bauart eine viel größere.

Sind in ein Arbeitsstück mehrere parallel zueinander stehende Löcher zu bohren, so verwendet man die Radialbohrmaschinen (Kranbohrmaschinen), bei denen die Bohrspindel beliebig seitlich bewegt werden kann, wie Fig. 382 u. Taf. III veranschaulicht. Bei dieser Bauart von L. Löwe & Ko. A. G. in Berlin ist auf einer kräftigen Grundplatte *a* ein Hohlgußständer *b* befestigt, der die Führungen für einen Vertikalschlitten *c* trägt, an dem der um 160° drehbare Bohrarm *d*, auf ein Kugellager gestützt, angeordnet ist. Der Bohrarm trägt den Bohrspindelkasten *e*. Die Bohrspindel erhält ihren Antrieb von einer vierstufigen Scheibe *u*, welche die Drehbewegung mit Kehrgetriebe und stehender Spindel *f* zum Kopfe des Ständers *b* überträgt (Fig. 382 *a*). Am oberen Ende von *f* ist ein Stirnrad *g*, das

mit dem Rade h in Eingriff steht, das lose auf der Schraubenspindel i sitzt. Die Nabe von h ist oben gezahnt und bildet mit dem Teile k eine Klauenkupplung. Wird somit h mit dem Handhebel l gehoben, so wird der Vertikalschlitten c am Ständer verschoben. Sollte der Vertikalschlitten zu hoch kommen, so stößt eine Nase m an den Hebel l und rückt die Kupplung aus. Beim Abwärtsgange stößt eine zweite Nase an den Handhebel des Kehrgetriebes (Fig. 382) und bringt die Kupplung des Kehrgetriebes außer Eingriff und dadurch die Abwärts-

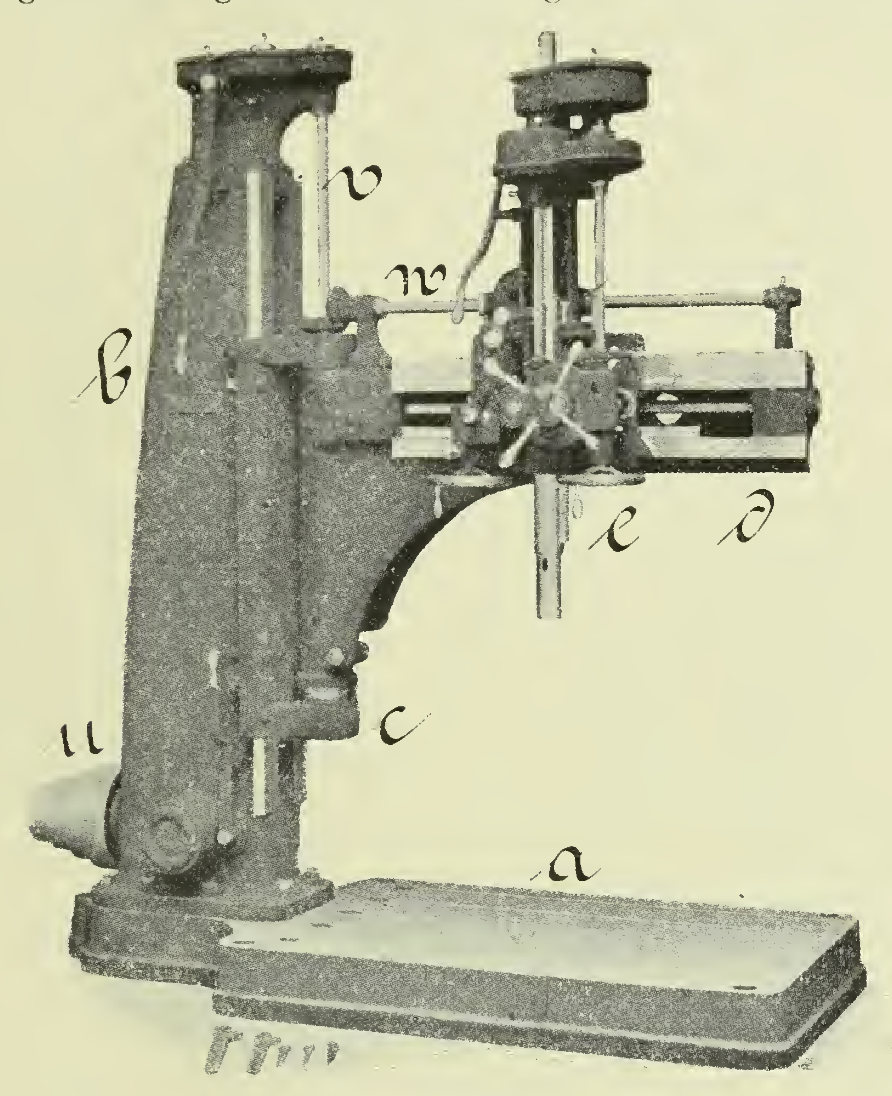


Fig. 382. Radialbohrmaschine.

bewegung zum Stillstand. In dem Vertikalschlitten ist eine Hohlachse n befestigt, die für den Ausleger d als Drehzapfen dient. In der Hohlachse n ist eine Welle v gelagert, die durch das Rad o von h aus gedreht wird und die Bewegung weiter über die Kegelräder p, q auf die Welle w überträgt. w ist langgenutet und trägt auf zwei losen Büchsen die zwei Kegelräder r und s (Tafel III, D). Das Rad r hat 23 Zähne und treibt ein Kegelrad t mit 46 Zähnen auf der vertikalen Spindel 1. Das Rad s hat dagegen 25 Zähne und treibt ein Kegelrad t' mit 25 Zähnen, welches auch auf der Spindel 1 festsitzt. Zwi-

schen den beiden Kegelrädern ist ein verschiebbarer Klauenmuff angeordnet, der mit dem Handhebel *z* verschoben werden kann. Wird der Klauenmuff nach links verschoben, so dreht er das Kegelrad *r* und somit die Spindel 1 mit normaler Geschwindigkeit; wird er nach rechts verschoben, so dreht er das Kegelrad *s*, somit die Spindel 1 mit doppelter Geschwindigkeit. In der Mittellage stehen beide still, die Übertragung der Bewegung ist somit abgestellt.

Die Welle 1 treibt mit dem Stirnrade 2 (Tafel III, A) über das Zwischenrad 3 das Rad 4 auf der Bohrspindel 5. Das Zwischenrad sitzt auf einer kurzen Welle 6 und diese trägt noch ein kleines Zahnrad 7 (Tafel III, B), das die Bewegung auf das große Rad 8 auf der Bohrspindel überträgt. Die Zahnräder 4 und 8 sind auf der Bohrspindel lose und werden erst durch den Muff 9 mit ihr gekuppelt, der vom Handhebel 10 betätigt wird und in drei Stellungen durch einen federnden Stift 11 festgehalten werden kann (Tafel III, A).

Der Klauenmuff sitzt auf einer Rohrwelle 12 und diese überträgt erst mit Feder und Nut die Bewegung auf die Bohrspindel. Die Rohrwelle 12 trägt weiter oben vier Stufenräder, von denen je nach der Verstellung des verschiebbaren Mitnehmers 13 die hohle Spindel 14 schneller oder langsamer gedreht wird. Von 14 wird mit wechselbarer Räderübersetzung die Spindel 15, von da die Schnecke 16 (Tafel III D u. E), Schneckenrad 17, endlich Zahnkolben 18 gedreht und die Zahnstange 19 verschoben, welche die Bohrspindel mitnimmt.

Die Schnecke 16 ist mit der Spindel 15 durch eine Klauenkupplung verbunden, die man mit dem Handhebel 20 lösen kann. Die Unterbrechung der Schaltung kann auch selbsttätig stattfinden. Zu dem Zwecke ist der Hebel 20 nach links über seinen Drehzapfen verlängert und reicht bis unter die Stange 21, die mit einer leichten Feder 22 in Schwebe gehalten wird (Tafel III C).

An der Bohrspindel ist ein Stift 23 angebracht, der an den Bund 24 der Stange 21 anstößt und letztere niederdrückt. Die Stange 21 trifft mit ihrem unteren Ende auf den Hebel 20, wodurch die Schaltung ausgelöst wird.

Beim Gewindeschneiden in Blindlöcher läßt man den Bohrer, nachdem er bis zu einer bestimmten Tiefe eingedrungen ist, selbsttätig schnell zurückgehen. An der Stange 21 ist zu diesem Zwecke ein Zapfen 25 (Tafel III, D), der einen Winkelhebel 26 dreht. 26 wird durch den Bolzen 27 mit dem Hebel *z* gekuppelt, letzterer somit auch gedreht und die Kupplung zwischen *r* und *t* ausgerückt.

Ein federnder Stift 28 wird hiebei zurückgedrängt, bewirkt aber infolge seines keilförmigen Endes, daß der Hebel *z* die Kupplung

zwischen *s* und *t'* einrückt; hiedurch wird der Bohrer mit doppelter Geschwindigkeit zurückgedreht.

Die Verschiebung des Spindelkastens am Ausleger geschieht mit dem Handrade 29 über 30, 31, Zahnkolben 32 und die am Ausleger feste Zahnstange 33.

Das Gewicht der Bohrspindel wird durch die Welle 34 ausgeglichen (Tafel III, E) indem sie durch ein Bleigewicht, das mit einem Bande an einer Rolle wirkt, gedreht wird. Die Zwischenglieder 35, 36, 37 wirken an einer zweiten Zahnstange an der Bohrspindel.

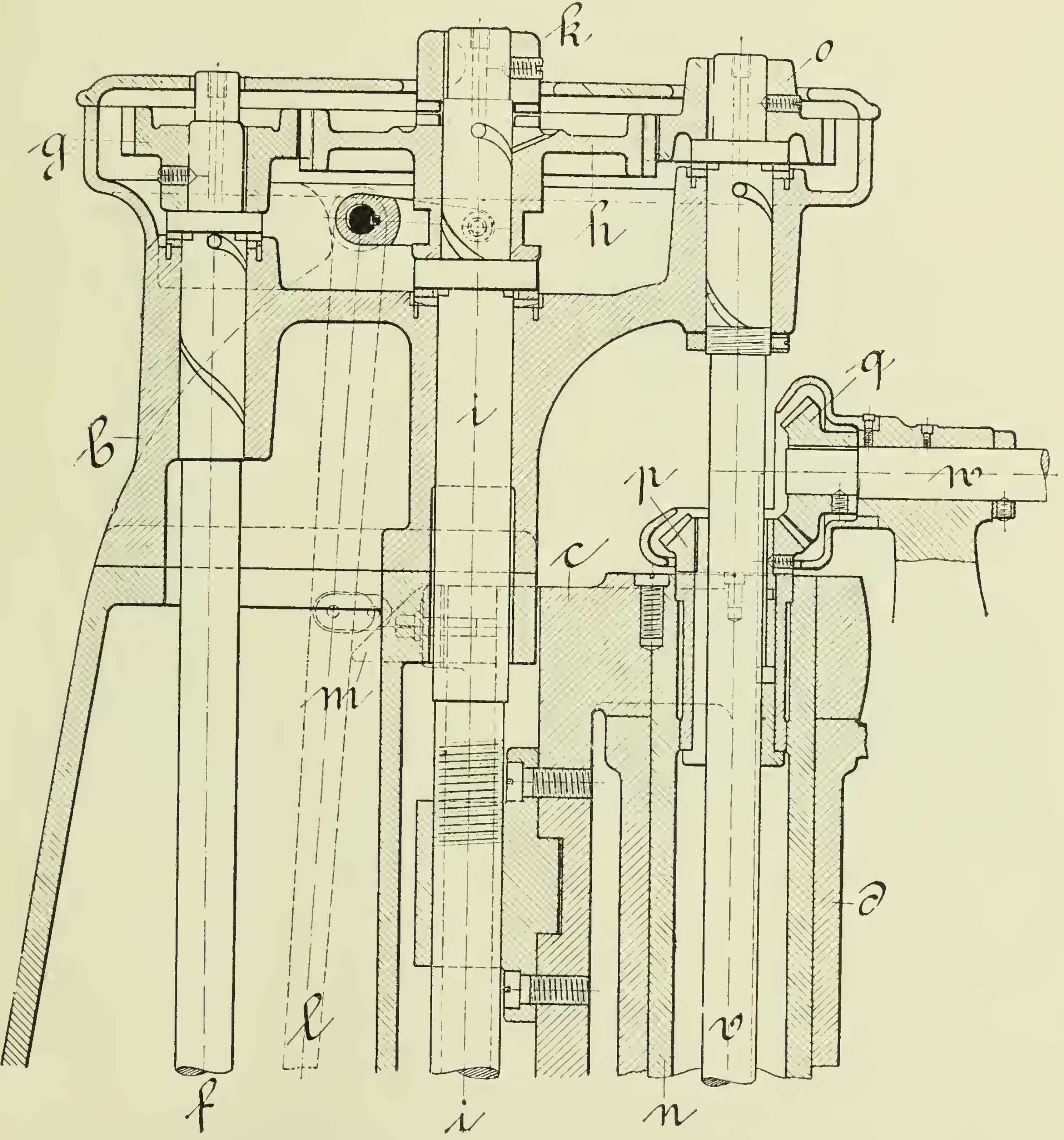


Fig. 382 *a*. Kopf des Ständers der Radialbohrmaschine.

Zur Veränderung des Vorschubes dienen zwei Hebel Tafel III, D). Der eine Hebel 38 wirkt mit einem Zahnsegment auf eine Zahnstange an der starken Spindel 39, die mit 40 verbunden ist. 40 trägt oben

den Mitnehmer 13. Der andere Hebel 41 bewirkt ein Heben oder Senken der Spindel 15, die zwei Klauenmuffe 42 und 43 trägt, so daß man entweder das untere Rad 45 oder das obere Rad 46 kuppeln kann. Das schnelle Ausheben und Verstellen der Bohrspindel erfolgt von Hand aus mit dem Speichenrade 47, nachdem man zuvor die Kupplung 48 mit dem Knopfe 49 gelöst hat.

Als Beispiel einer Schnellbohrmaschine diene die in Fig. 383 dargestellte Auerbachsche Bauart. Der Antrieb der Bohrspindel *b* erfolgt von der dreistufigen Scheibe *u* durch die Welle *w*

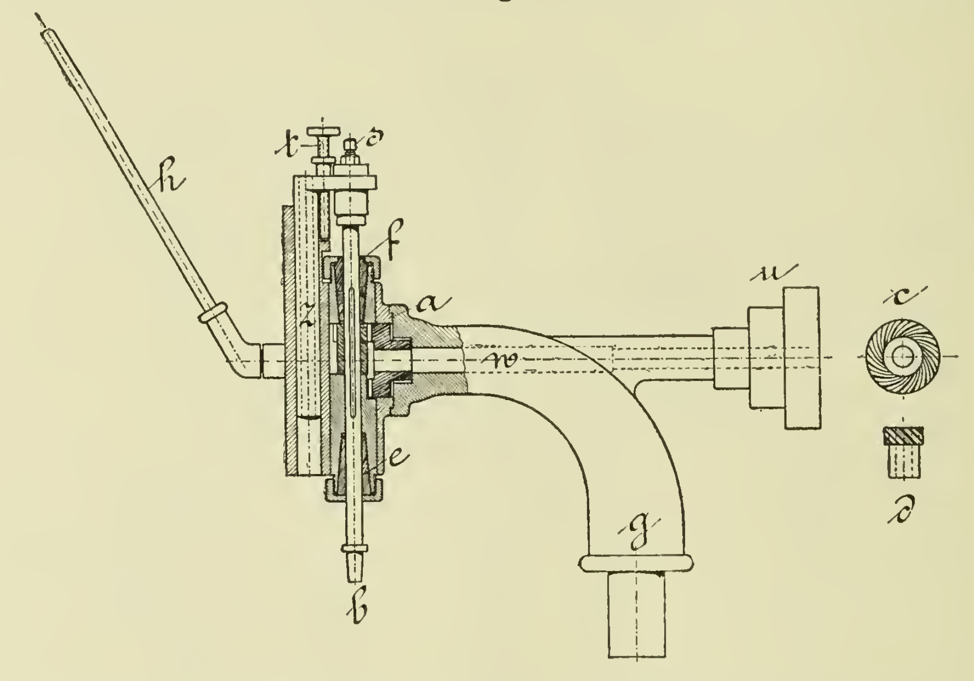


Fig. 383. Schnellbohrmaschine von Auerbach & Ko. in Dresden.

und die beiden Zahnräder *c* und *d*, von denen *c* ein sogenanntes Strahlenrad, *d* hingegen ein Schraubenrad ist. Die Bohrspindel ist in den zwei sehr langen, konischen Büchsen *e* und *f* verschiebbar gelagert und wird mit einem Handhebel *h* auf und nieder bewegt, indem auf der Achse dieses Hebels ein Zahnkolben befestigt ist, der in die Zahnstange *z* eingreift. *z* ist parallel zur Bohrspindel *b* in einer langen Hülse geführt und trägt oben seitlich die Druckschraube *s*. Die Schraube *t* begrenzt die Tiefe der zu bohrenden Löcher.

Die Bohrspindel *b* läßt sich mitsamt der Lagerung um den Zapfen *a* drehen und beliebig schief einstellen.

11. Lochbohrmaschinen für Holz.

Eine tragbare Handbohrmaschine, die auf Bauten vorteilhaft von Zimmerleuten verwendet wird, zeigt Fig. 384. Die Maschine wird auf das zu bohrende Werkstück aufgestellt, der Arbeiter stellt sich auf den Tritt und dreht mittels der zwei Kurbeln die wagrechte Spindel, von welcher mit zwei Kegelrädern die Bohrspindel gedreht wird. Das

ganze Getriebe ist in einem gußeisernen Rahmen gelagert, der an einem Holzständer geführt wird. Am Ständer ist auch eine umklappbare Zahnstange angebracht, an der man den Bohrer aus dem Bohrloche aushebt.

Eine freistehende Bohrmaschine für große Holzbearbeitungs-Werkstätten zeigt Fig. 385. Von einem unten am Hohlgußständer anmontierten Vorgelege *v* wird mittels Riemen die Bohrspindel *s* angetrieben. Der Vorschub des Bohrers erfolgt von dem Fußtritthebel *t* aus mittels der Zugstange *z* und dem Hebel *h*. Der seitlich ausschwingende Stützhebel *e* gestattet das senkrechte Auf- und Niedergehen der Bohrspindel. Ein Stellring an der Bohrspindel *s* dient zur Hubbegrenzung. Das Gegengewicht *g* führt die Bohrspindel in ihre obere Stellung zurück.

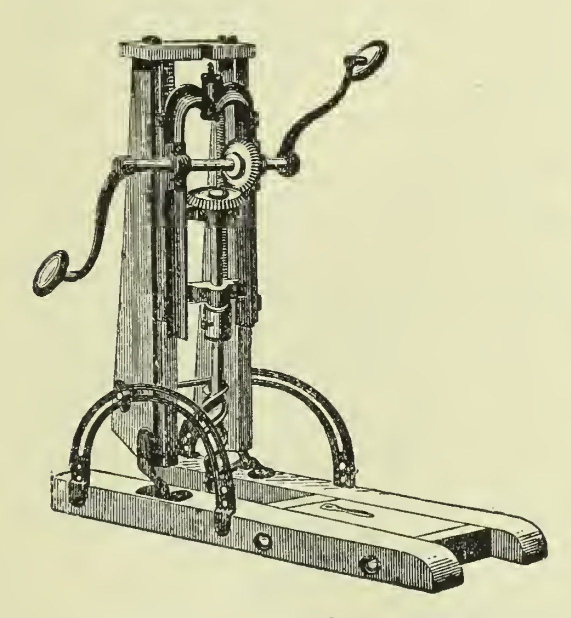


Fig. 384. Handbohrmaschine.

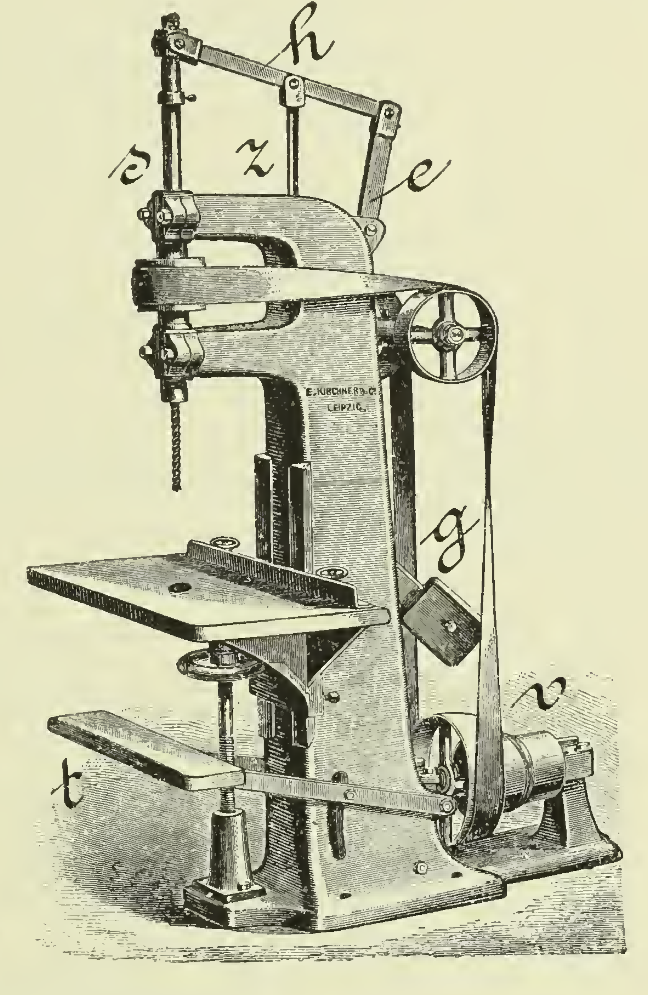


Fig. 385. Freistehende Bohrmaschine.

Die Maschine dient zum Bohren von Löchern bis 70 *mm* Durchmesser und 280 *mm* Bohrtiefe und benötigt bis 2 PS.

Viel Verwendung findet auch die Langlochbohrmaschine Fig. 385 *a*. Die wagrechte Bohrspindel erhält den Antrieb von dem Vorgelege *v* mit dem Riemen *r*, der von der breiten Scheibe *b* auf die Scheibe *c* treibt. Der Bohrer ist rechts groß herausgezeichnet; er hat einen *s*-förmigen Querschnitt und unten zwei Schneiden wie bereits auf Seite 238 erwähnt wurde. Seitlich sind auch zwei Schneiden, die fräsend wirken.

Mit dem Handrade *o* kann man durch Vermittlung des Zahnkolbens *p* und der Zahnstange *q* den Bohrer verschieben; der Riemen *r* verschiebt sich hiebei auf der breiten Scheibe *b* mit. Das Holz wird mit den zwei Schraubzwingen *z* auf dem Tische *t* festgeklemmt; mit dem Hebel *l* wird durch Vermittlung des Zahnkolbens *m* und der

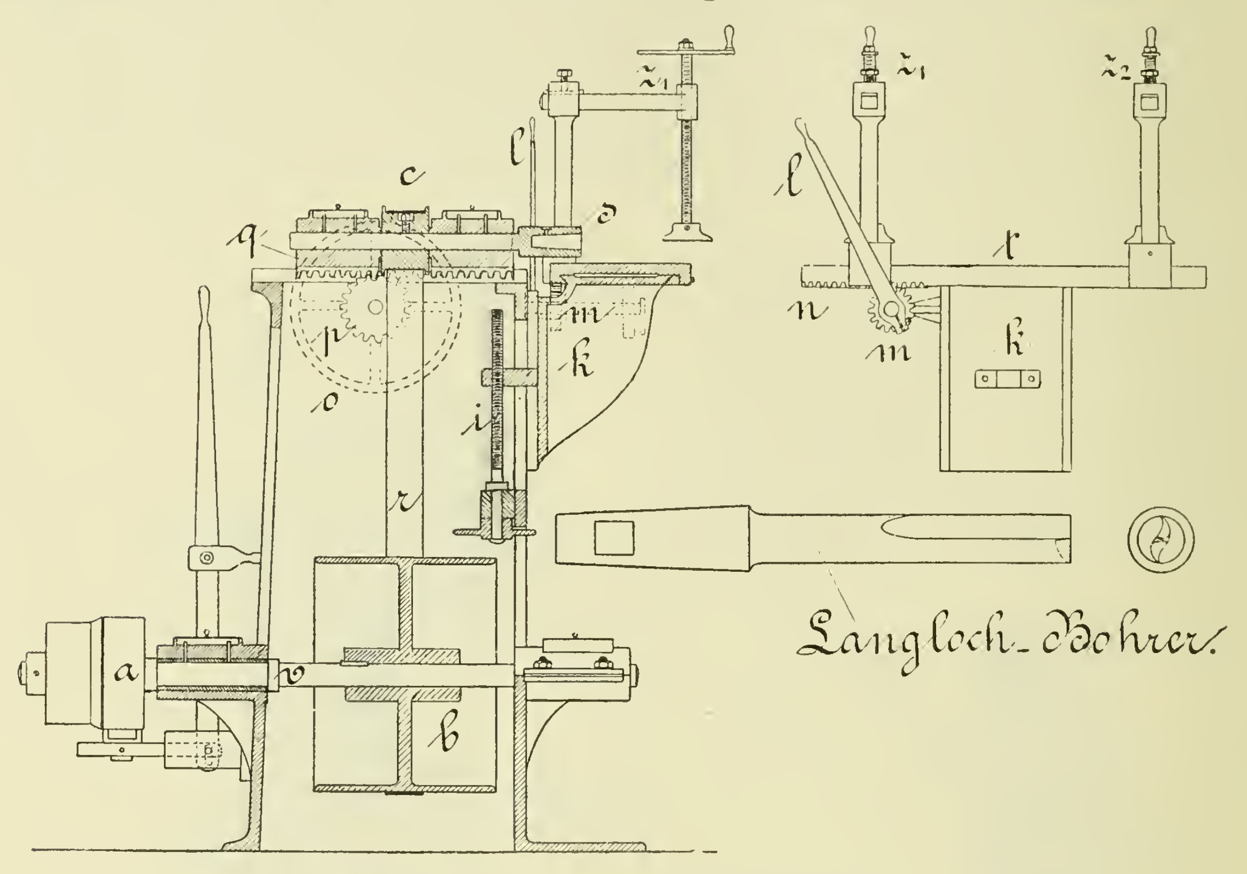


Fig. 385*a*. Langloch-Bohrmaschine.

Zahnstange *n* der Tisch hin und her bewegt. Mit der Spindel *i* kann man die Konsole *k* entsprechend einstellen. Bei der Herstellung eines Langloches bohrt man erst bis zu einer gewissen Tiefe ein rundes Loch und erweitert es durch die Tischbewegung zu einem länglichen Zapfenloche; dann bohrt man wieder ein Stück tiefer u. s. f.

12. Ausbohrmaschinen.

Die Ausbohrmaschinen rangieren zwischen Bohrmaschinen und Drehbänken; sie besitzen eine Bohrstange, in welcher das Bohrmesser — der Stichel — entweder unmittelbar oder unter Benutzung eines Bohrkopfes befestigt ist. Zum Ausbohren von Lagerschalen, Löchern in Gestellteilen etc. benützt man die Horizontalbohrmaschine (Fig. 386). Auf dem Hohlgußgestelle *a* ruht der Spindelstock *b* mit der Spindel *c*, die von einer fünfstufigen Scheibe entweder unmittelbar oder mittels eines doppelten Zahnrädervorgeleges (von z_1 auf eine Nebenwelle und zurück auf z_4) den Antrieb erhält. Vorn an der Spindel ist die Bohrstange *d* befestigt, die am freien Ende noch in einem Lager *e* gestützt wird. Mitten in der Bohrstange ist ein durch-

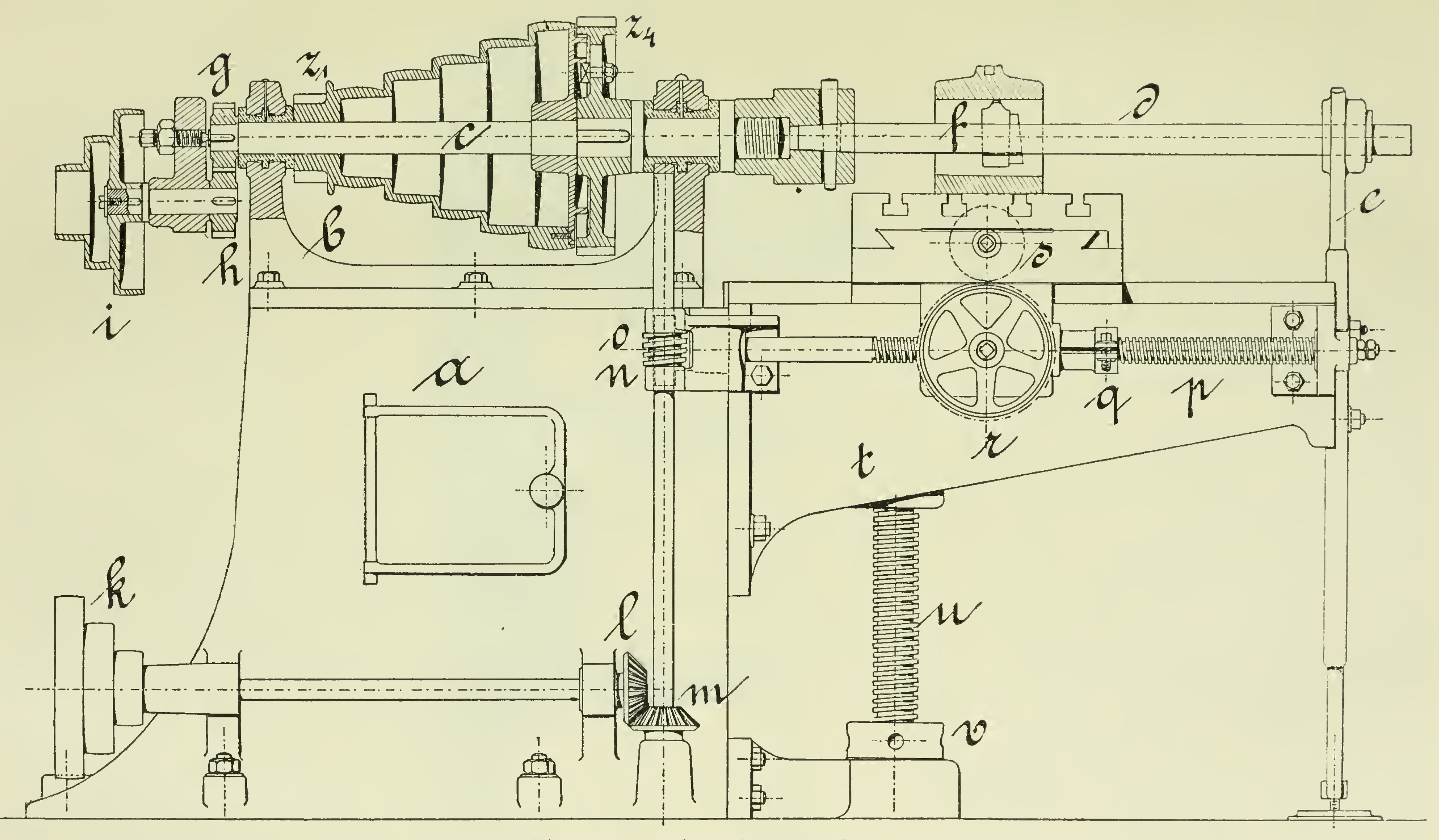


Fig. 386. Horizontalbohrmaschine.

gehender Querschlitz zur Aufnahme des Bohrmessers *f* eingearbeitet. Die Vorschubbewegung erhält hier das Arbeitsstück, u. zw. von *g* über *h*—*i*—*k*—*l*—*m*—*n*—Schneckenrad *o* auf die Schraubenspindel *p*, die mittels einer Mutter den Langschlitten parallel der Bohrstange verschiebt.

Die Maschine läßt sich auch zum Drehen und Fräsen verwenden; es ist daher auch eine selbsttätige Plansteuerung vorgesehen, indem auf der Schraube *p* mittels des Klemmringes *q* ein Kegelrad festgeklemmt ist, das dann seine Drehung über ein zweites Kegelrad und die Stirnräder *r* und *s* auf die Querschlittenspindel überträgt. Zum Verstellen der den Langschlitten tragenden Konsole *t* dient die Schraube *u*, die durch Drehen der Mutter *v* gehoben oder gesenkt wird. Ein Nachteil dieser Maschine ist, daß die Länge der Bohrstange bis zum Lager *e* doppelt so groß sein muß als die Länge des Werkstückes; bei größerer Länge des Werkstückes federt somit die Bohrstange.

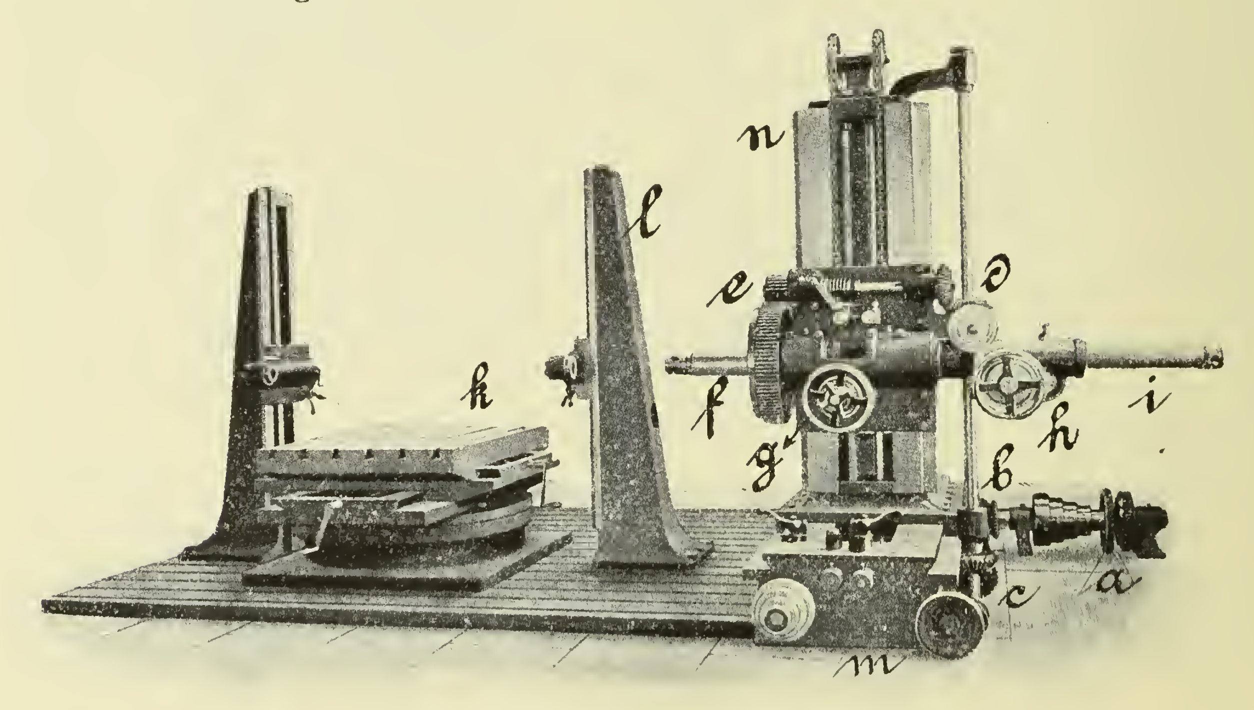


Fig. 386 *a*. Horizontal-Bohr- und Fräswerk.

Sind an großen Gußstücken, z. B. Dampfzylindern, mehrere Bohrungen genau parallel zueinander herzustellen und die Flanschen genau winkelrecht abzufräsen, so benützt man die horizontalen Bohr- und Fräswerke (Fig. 386 *a* u. *b*). Die Spindel *f* erhält die Arbeitsbewegung von der 5-stufigen Scheibe *a* über die drei Kegelräder-Paare *b*, *c*, *d* und das Stirnräderpaar *e*. Die Schaltbewegung erfolgt, indem die Spindel *f* vorgeschoben wird, u. zw. von *f* mittels Schnecke- und Schneckenrad auf die Spindel *g*, von da mit zwei Riemenkonussen auf *h*, von *h* mit Stirnräderübersetzung auf die Zahnstange *i*.

Der Ständer *n* läßt sich auf dem Bette *m* wagrecht, der mittelst Gegengewicht ausbalancierte Spindelschlitten am Ständer senkrecht verschieben.

Das auf dem Tische *k* festgespannte Werkstück kann eine Längsbewegung sowie auch eine Quer- und Drehbewegung erhalten.

Das Hauptantriebsrad bei *e* gestattet ein bequemes Aufspannen von Fräsköpfen oder fliegenden Supports (Schwärmern, indem seine Stirnfläche mit Aufspann-Nuten versehen ist. Die Lünettenständer *l* dienen zur Führung der Bohrstange. Die Geschwindigkeiten sind z. B. von der Werkzeugmaschinenfabrik L u d w i g s h a f e n so berechnet, daß von Maschinen mit 140 *mm* starker Bohrspindel Bohrungen von 10 bis 1000 *mm* Durchmesser vorteilhaft ausgeführt werden können.

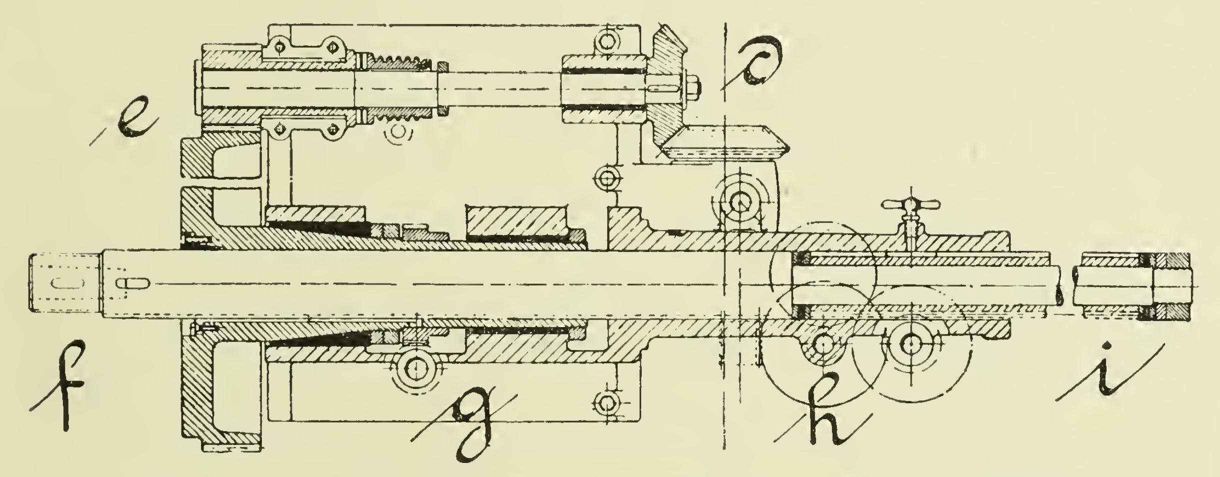


Fig. 386 *b*. Schnitt durch den Spindelschlitten eines Horizontal-Bohr- und Fräswerkes.

Zum Ausbohren großer Zylinder dient die h o r i z o n t a l e Z y l i n d e r b o h r m a s c h i n e Tafel IV. Die Maschine ruht mit dem Hohlgußbett *a* und dem Fuße *b* auf einem gemauerten Fundament und besitzt eine lange Bohrwelle *c*, auf welcher der Bohrkopf *d* festgeklemmt ist. Die Bohrwelle ruht in dem Doppellager *e e* und dem verstellbaren Lager *f* und ist links durch das Lager *g* mit dem Kreuzkopfe *h* verbunden. Die untere Fläche des Kreuzkopfes hat eine Zahnstange *i*, die mittels der Zahnkolben *k* so weit nach links gestellt werden kann, daß die Bohrwelle *c* den Raum über den Aufspanntischen *l* freigibt; der auszubohrende Zylinder kann daher daraufgelegt und befestigt werden. Die Bohrwelle erhält die Arbeitsbewegung von der vierstufigen Scheibe *m* über die Kegelräder *n* und das Schneckengetriebe *o*, das die Rohrwelle *p* dreht, die mit einer Feder *q* die Bohrwelle mitnimmt. Die Schaltung erfolgt durch Verschieben der Bohrwelle vom Schneckenradgetriebe *r* über vier Paar Wechselräder *s*, das Räderpaar *t*, die Kehrräder *u*, die Kegelräder *v* und die Schneckenradgetriebe *w* auf

die Zahnkolben *k*. Zur schnellen Verschiebung dient die Riemenscheibe *x*, die über die Kehrräder *y* und das Räderpaar *z* die Bewegung auf die Kegelräder *v* u. s. w. überträgt. Zum Abdrehen der ebenen Endflanschen des Werkstückes dienen zwei eigene Hilfsvorrichtungen, die Schwärmer 1, d. s. kurbelartige Arme, die auf der Bohrwelle mittels zweiteiliger Naben festgeklemmt werden; auf diesen sind die Stichelgehäuse 2 in radialer Richtung mittels Schrauben verschiebbar. Das Ende jeder Schraube trägt je einen Stern 3, der von dem Stifte 4 bei jeder Umdrehung um einen Zahn weitergedreht wird.

Große stehende Zylinder werden genauer, wenn man sie auf der vertikalen Zylinderbohrmaschine Tafel V ausbohrt.

Auf der vertikalen Bohrwelle *c*, die in dem Gestelle bei *a* gelagert ist, befindet sich der Bohrkopf *d*, der zur Aufnahme von vier einstellbaren Sticheln dient.

Über dem Bohrkopfe sind die „Schwärmer" *e* angeordnet. Die Drehbewegung geht von der vierstufigen Scheibe *m* über die Stirnräder *n* und *o*, die Kegelräder *p* und *q* und die Stirnräder *r* und *s* auf die hohle Bohrwelle. Die Schaltbewegung geschieht hier in der Weise, daß der Bohrkopf verschoben wird, indem in der Hohlwelle eine Schraubenspindel gelagert ist, die von den mehrfachen Schalträdern *x* und den Kehrrädern *y* entweder durch die Riemenscheibe *t* oder das Handrad *u* eine besondere Bewegung erhält, die man während des Ganges der Maschine beliebig verändern kann.

13. Drehen im allgemeinen.

Wird von der Oberfläche eines Werkstückes mit einem Schneidstahle bei drehender Arbeitsbewegung ein Span abgenommen, so nennt man diese Arbeit Drehen oder Drechseln. Bewegt sich hiebei der Schneidstahl an der Außenfläche des Werkstückes in der Achsen-

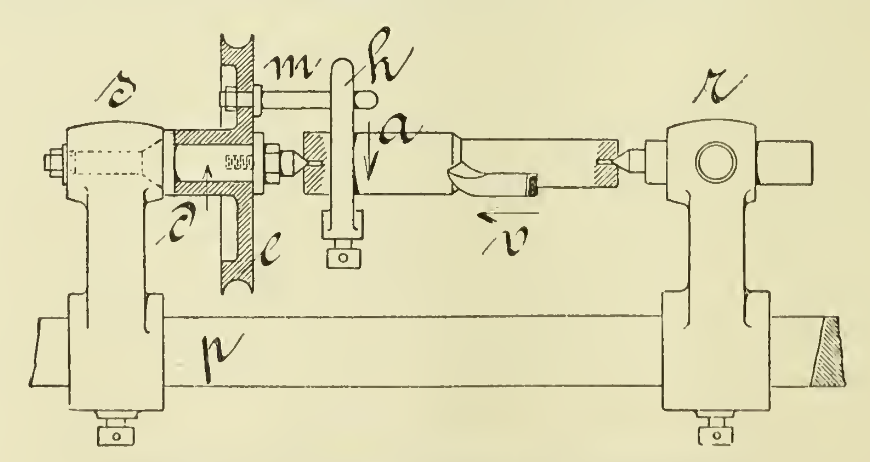


Fig. 387. Abdrehen zwischen toten Spitzen.

richtung desselben (Fig. 387), so nennt man die Arbeit das Abdrehen, Runddrehen oder Egalisieren. Das Arbeitsstück ist dann gewöhnlich zwischen zwei kegelförmigen Stahlspitzen drehbar gelagert.

In Fig. 387 ist beispielsweise die eine Spitze auf der linken Seite in einem feststehenden Dorne *d* des „Spindelstockes" *s* eingeschraubt, während die rechte Spitze in dem „Reitstock" *r* verschoben und mit einer Klemmschraube festgeklemmt werden kann. Das Werkstück erhält die Drehbewegung von der Schnurscheibe *e*, in welcher ein Mitnehmerzapfen *m* eingeschraubt ist, der sich an das auf dem Werkstücke festgeklemmte Herz *h* anlegt. Spindelstock und Reitstock sitzen auf dem Prisma *p*. Indem bei dieser Anordnung das Werkstück zwischen zwei ruhenden, sogenannten toten Spitzen gedreht wird, ist die größte Genauigkeit in der Rundung erreichbar; diese wird vom Feinmechaniker verlangt. In der Regel ist jedoch bei den Drehbänken nur eine Spitze festliegend, während die andere mit einer sich drehenden Spindel verbunden ist.

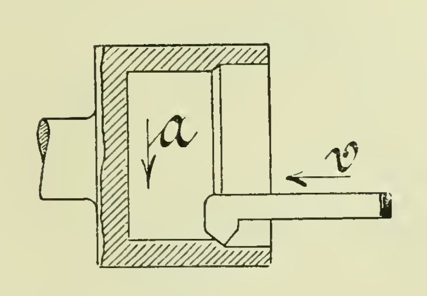


Fig. 388. Ausdrehen.

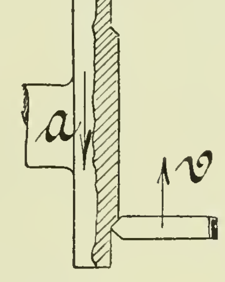


Fig. 389. Plandrehen.

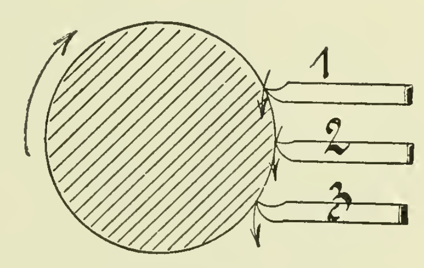


Fig. 390. Stellung des Drehstahles.

Wird die Innenfläche eines Hohlkörpers bearbeitet, so heißt die Arbeit „Ausdrehen". Der Stahl muß hiebei hakenförmig umgebogen, als „Hakenstahl" ausgebildet sein (Fig. 388). Bewegt sich der Drehstahl in einer zur Drehachse senkrechten Ebene (Fig. 389), so entseht eine ebene Fläche; man nennt dies das Plandrehen.

In Fig. 390 sind drei verschiedene Stellungen des Drehstahles zum Werkstück gezeichnet. Steht der Schneidstahl in der Stellung 1 über der Achsenmitte, so wird bei dem unvermeidlichen Zurückfedern desselben, wie der Pfeil andeutet, die Schneide noch tiefer in das Material eindringen und schließlich den Bruch herbeiführen. Stünde der Stahl unter der Achse in 3, so

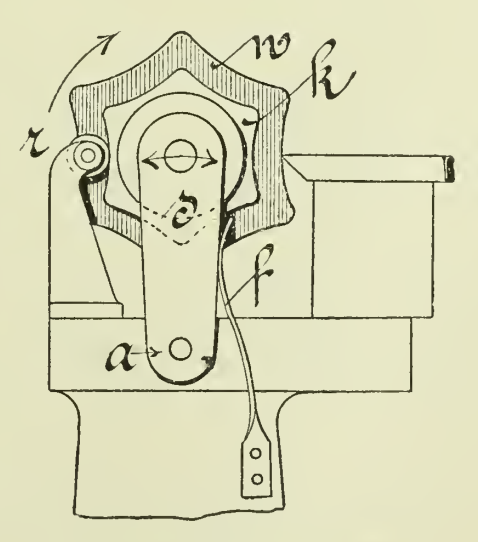


Fig. 391. Passigdrehen.

würde er beim Zurückfedern aus dem Material heraustreten und den Span auslassen. Somit ist 2 die richtige Stellung.

Verändert sich bei einer Umdrehung des Werkstückes die Entfernung des Drehstahles von der Drehachse periodisch in der Weise, daß hiebei die Schneidkante auf dem Werkstücke eine Ellipse beschreibt, wodurch der Querschnitt des Werkstückes elliptisch wird, so nennt man diese Arbeit Ovaldrehen. Durchläuft hingegen die Schneide auf dem Werkstücke irgend eine andere geschlossene Kurve, so spricht man vom Unrund- oder Passigdrehen. In Fig. 391

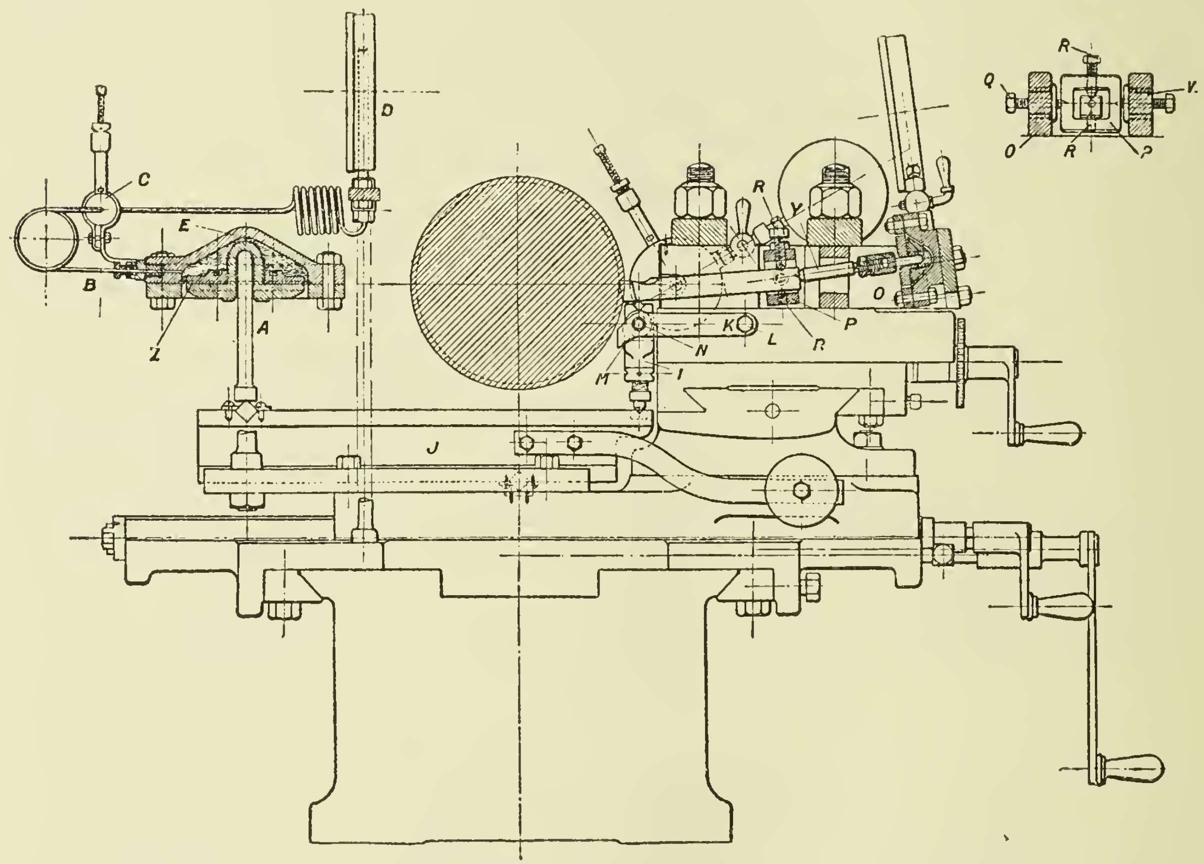


Fig. 392 u. 393. Drehstahl-Dynamometer von Prof. Nicolson.

wird das Werkstück w von der Drehbankspindel gedreht; letztere erhält aber nebstbei noch eine schwingende Bewegung um die Achse a. Zu dem Zwecke ist auf der Spindel die Kurvenscheibe k befestigt, welche mittels der Feder f gegen die fixe Rolle r angepreßt wird somit vollführt die Drehbankspindel bei einer Umdrehung zugleich sechs Schwingungen und das Werkstück w bekommt eine der Kurvenscheibe k entsprechende Form, oder anders ausgedrückt, die Form der Kurvenscheibe wird auf das Werkstück übertragen. w wird eine Kopie von k.*) Eine andere Art von Passigdrehen wurde beim Hinterdrehen

*) Solche Maschinen mit schwingendem Spindelstocke wurden bereits von der Firma Maudslay in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts gebaut und dienten zum Abdrehen ovaler Flanschen an Hahngehäusen.

der Fräser behandelt. Gewöhnlich erhält das Werkstück die Drehbewegung; ausnahmsweise wird jedoch auch der Drehstahl um das ruhende Werkstück herumgeführt, wie es z. B. beim Abdrehen von Kurbelzapfen nötig ist, oder bei der Fabrikation von Möbeln aus gebogenem Holze, wobei die vierkantigen Buchenstäbe zuerst gebogen und dann rund abgedreht werden.

Schneidwinkel und Kraftbedarf bei Schnelldrehstählen.

Im Jahre 1903 hat Prof. J. T. Nicolson an der städt. Schule für Technologie in Manchester sehr umfassende Versuche durchgeführt, um die Kraftverhältnisse beim Drehen zu ermitteln. Der Druck auf den Schneidstahl wurde teils unmittelbar, teils durch ein Hebelwerk auf Diaphragmakolben übertragen, die ihrerseits wieder auf eine Flüssigkeit drückten und Pressungen erzeugten, die mittels dreier Manometer gemessen wurden. So wurden ermittelt:

1. Der senkrechte Druck, der eigentlich den Span abhebt,

2. der wagrechte, winkelrecht gegen das Werkstück gerichtete Druck.

3. der wagrechte, beim zylindrischen Abdrehen in der Richtung des Vorschubes liegende Druck.

Fig. 392 und 393 zeigen die Vorrichtung nach „The Engineer 1905, S. 357". Der Drehstahl ist an seinem hinteren Ende um eine Achse drehbar; er drückt vorn unterhalb der Schneide auf eine Stütze *I*, die durch das Gabelstück *K* in aufrechter Lage gehalten wird. *I* überträgt den Druck auf den doppelarmigen Hebel *J*, der auf einer Messerschneide aufruht und am linken Ende mit der Stütze *A* auf den Kolben *Z* drückt. Der hiedurch in *E* erzeugte Wasserdruck wird durch die Röhrchen *B* auf das Bourdonsche Manometer *D* übertragen.

Um die Kraft zu messen, mit welcher der Stahl nach rückwärts gedrückt wird, stützt sich das hintere Ende des Drehstahles gegen eine Stütze *Y*, die mittels eines Diaphragmakolbens wieder auf eine Flüssigkeit wirkt.

Indem der Drehstahl auch um eine vertikale Achse drehbar ist, so kann in ähnlicher Weise auch der Seitendruck bestimmt werden. Aus den Versuchen ergeben sich folgende praktisch wichtige Regeln:

Der senkrechte Druck auf die Schneide ist bei einem gegebenen Schneidwinkel und einer gegebenen Schaltgeschwindigkeit gleichbleibend und steht in einfachem Verhältnis zur Schnittiefe.

Bei Gußeisen ist dieser senkrecht wirkende Druck bei grober Schaltung verhältnismäßig geringer als bei feiner Schaltung, während bei weichem Stahl und einem Schneidwinkel unter 75° das entgegengesetzte Verhalten bemerkt wurde.

Der Druck auf die Schneide verändert sich stark mit dem Schneidwinkel; er ist in der Nähe eines Schneidwinkels von 60° sowohl für Gußeisen wie für Stahl ein Minimum; dieser kleine Schneidwinkel ist aber keineswegs jener, welcher der Schneide die größte Dauer verleiht; diesbezüglich ist vielmehr bei Gußeisen 80° und bei Stahl 70° vorteilhaft. Während mit Drehstählen von 60° Schneidwinkel der Druck bei 1 cm^2 Spanquerschnitt 8—9½ Tonnen beträgt, ist bei dem dauerhaftesten Schneidwinkel von 80°, der also für die Werkstätte zu empfehlen ist, beim Drehen mittelharten Gußeisens der Schneidedruck pro 1 cm^2 Spanquerschnitt 12—13½ Tonnen.

Ähnlich ist es beim Drehen weichen Stahles: Einem Schneidwinkel von 60° entspricht ein Schneidedruck von 10½—12½ Tonnen pro 1 cm^2 Spanquerschnitt, dem für die Werkstätte am besten geeigneten Schneidwinkel von 70° entspricht ein Schneidedruck von 14 bis 15 Tonnen pro 1 cm^2 Spanquerschnitt. Die Schnittgeschwindigkeit hat auf den Schneidedruck wenig Einfluß.

Aus den Werten findet man den Kraftverbrauch in Pferdestärken, wenn man z. B. den spezifischen Schneidedruck zu 14 *t* (1 engl. $t = 1016{\cdot}06$ *kg*) annimmt, ferner der Spanquerschnitt a cm^2 und die Schnittgeschwindigkeit pro Minute v *m* betrage:

$$\text{Pferdestärken netto} = \frac{14 \,.\, 1016{\cdot}06 \,.\, a^2_{cm} \,.\, v_m}{60 \,.\, 75} = 3{\cdot}16\, a^2_{cm} \,.\, v_m$$

Die Versuche ergaben weiter, daß auf 1 PS. brutto minutlich 0·94 *kg* Späne kommen, gleichgültig, ob das Material Gußeisen oder Stahl war.

Wie der senkrechte Druck auf die Schneide — der eigentliche Schneidedruck —, so verändert sich auch der wagrechte Druck senkrecht zur Drehachse des Arbeitsstückes und der wagrechte Druck parallel zur Drehachse desselben — der Schaltdruck — sehr bedeutend mit dem Schneidwinkel; der erstere schwankt zwischen 25—75% von dem senkrechten Drucke, wenn der Schneidwinkel von 55 auf 90° wächst.

Die Kraft für die Schaltbewegung beträgt 8—20% von dem senkrechten Drucke, wenn der Schneidwinkel von 55 auf 90° wächst.

Der Winkel, welchen die Schneidkante von dem Drehstahl mit der Achse des Werkstückes bildet, hat weder auf die senkrechten noch auf die zwei wagrechten Komponenten der Schneidkraft besonderen Einfluß. Die beste Form, die man der Schneide des Drehstahles geben kann, ist jene, die sich durch Schmieden und Schleifen am leichtesten herstellen, beziehungsweise erhalten läßt, und beim Anschleifen den geringsten Materialverlust ergibt. Die abgerundete Schneidkante scheint am besten zu entsprechen.

Die Schnittgeschwindigkeit, bei welcher der Stahl lange hält, läßt sich nach der Formel von Prof. Nicolson, umgerechnet in Metermaß,

$$v = \frac{K}{a + L} + M$$

berechnen, worin v die Schnittgeschwindigkeit in Metern pro Minute, a der Spanquerschnitt in cm^2, K, L und M konstante Werte bedeuten.

Konstant	Flußstahl			Gußeisen		
	weich	mittel	hart	weich	mittel	hart
K	3·9	3·65	2	6·1	3·25	2·55
L	0·071	0·115	0·115	0·16	0·19	0·23
M	4·6	1·8	1·2	2·4	2·1	1·7

Z. B.: Bei weichem Flußstahl kann ein Span von 2 *mm* Dicke und 10 *mm* Breite mit einer Schnittgeschwindigkeit

$$v = \frac{3 \cdot 9}{0 \cdot 2 + 0 \cdot 071} + 4 \cdot 6 = 19 \ m$$

pro Minute genommen werden.

14. Drehbänke.

Zur Ausführung der verschiedenen Dreharbeiten gibt es verschiedene Arten von Drehbänken, u. zw.: Egalisierbänke, Plandrehbänke, Räderdrehbänke, Kopierdrehbänke, Ovaldrehbänke u. s. w.

Je nachdem der Drehstahl mit freier Hand, bloß von einer Schiene unterstützt, geführt, oder in einem in prismatischen Führungen gleitenden Schlitten — dem Support — eingespannt wird, hat man Drehbänke mit Auflage und Drehbänke mit Support. Der Support wird

entweder mittels Leitschraube und Mutter oder mittels Zahnstange und Zahnrad verschoben; man unterscheidet somit Leitspindeldrehbänke und Zahnstangendrehbänke. Die Drehbänke sind entweder für Fußbetrieb oder für Kraftbetrieb eingerichtet. Die Kraft wird mittels Riemen von einem Vorgelege oder von einem Elektromotor zugeleitet, der mit der Drehbank verbunden ist. Im folgenden sind einige wichtige Bauarten hinsichtlich ihrer Einrichtung und technologischen Verwendbarkeit beschrieben.

a) Fußdrehbank mit Auflage.

Die in Fig. 394 dargestellte Holzdrehbank hat ein hölzernes Gestell, das aus zwei Füßen und zwei Wangen *w* aus Rotbuche zusammengesetzt ist. Die Wangen bestehen aus hochkantig gestellten Pfosten, die an der Oberseite mit gehobelten, eisernen Schienen versehen sind, auf denen der Spindelkasten *i* und der Reitstock *r* genaue Führung haben und mittels je einer Schraube *s* befestigt werden. Zwischen dem Spindelstock und dem Reitstock ist die Vorlage oder Auflage *a*; selbe besteht aus zwei Teilen: dem Fuße, der mit einer Schraube *s* auf den Wangen *w* angeschraubt wird, und der Schiene (oder dem Lineal), die höher oder tiefer, gleichlaufend zur Drehbankachse oder quer eingestellt und festgeklemmt werden kann.

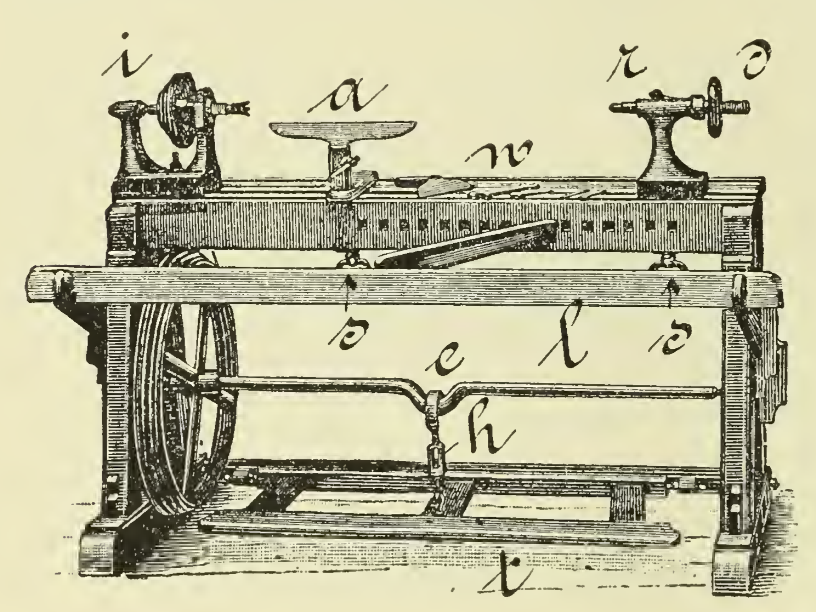


Fig. 394. Holzdrehbank.

Die Spindel läuft vorn in einem Rotgußlager, hinten in einer gehärteten Stahlspitze, und trägt den Wirtel, der ebenso, wie das unten angeordnete Schwungrad, vier Schnurläufe hat. Das Schwungrad sitzt auf der gekröpften Welle *e*, die zwischen gehärteten Gußstahlspitzen lauft und die durch den verstellbaren Haken *h* von dem Tritthebel *t* gedreht wird. Mittels einer runden Lederschnur wird die Bewegung von dem Schwungrad auf den Wirtel übertragen. An dem vorstehenden Spindelende ist eine gegabelte Spitze (der Zwirl oder das Dreizack), eingeschraubt oder mit dem konischen Ende in die Spindel so eingesteckt, daß sie sich mit ihr drehen muß, somit gleichzeitig als

Mitnehmer dient. Um das Holz vor dem Aufspalten zu schützen, verwendet man zuweilen eine Spitze, die von einem messerartig zugeschliffenen Ringe von kreisrunder oder ovaler Gestalt umgeben ist, der dann ebenfalls als Mitnehmer dient (Fig. 395). Der Reitstock hat auch eine Spindel; selbe kann mit dem Handrad *d* verschoben werden, und trägt am linken Ende eine Körnerspitze. Zwischen dem Dreizack und der Körnerspitze wird das Arbeitsstück eingespannt und abgedreht, indem man den Handdrehstahl auf der Vorlage *a* aufliegend dagegenhält. Die Rückenlehne *l* dient dem Drechsler bei der Arbeit als Stütze. In Fig. 396 sind einige Drehwerkzeuge für Holz dargestellt, u. zw. der Drehmeißel und der Schroppmeißel, welche beide

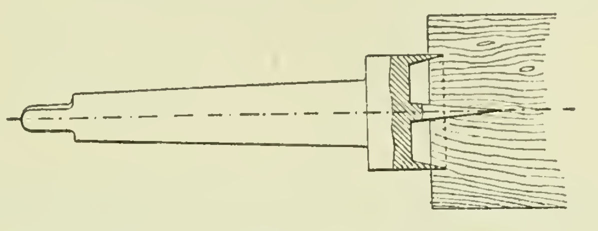


Fig. 395. Spitze mit Ring.

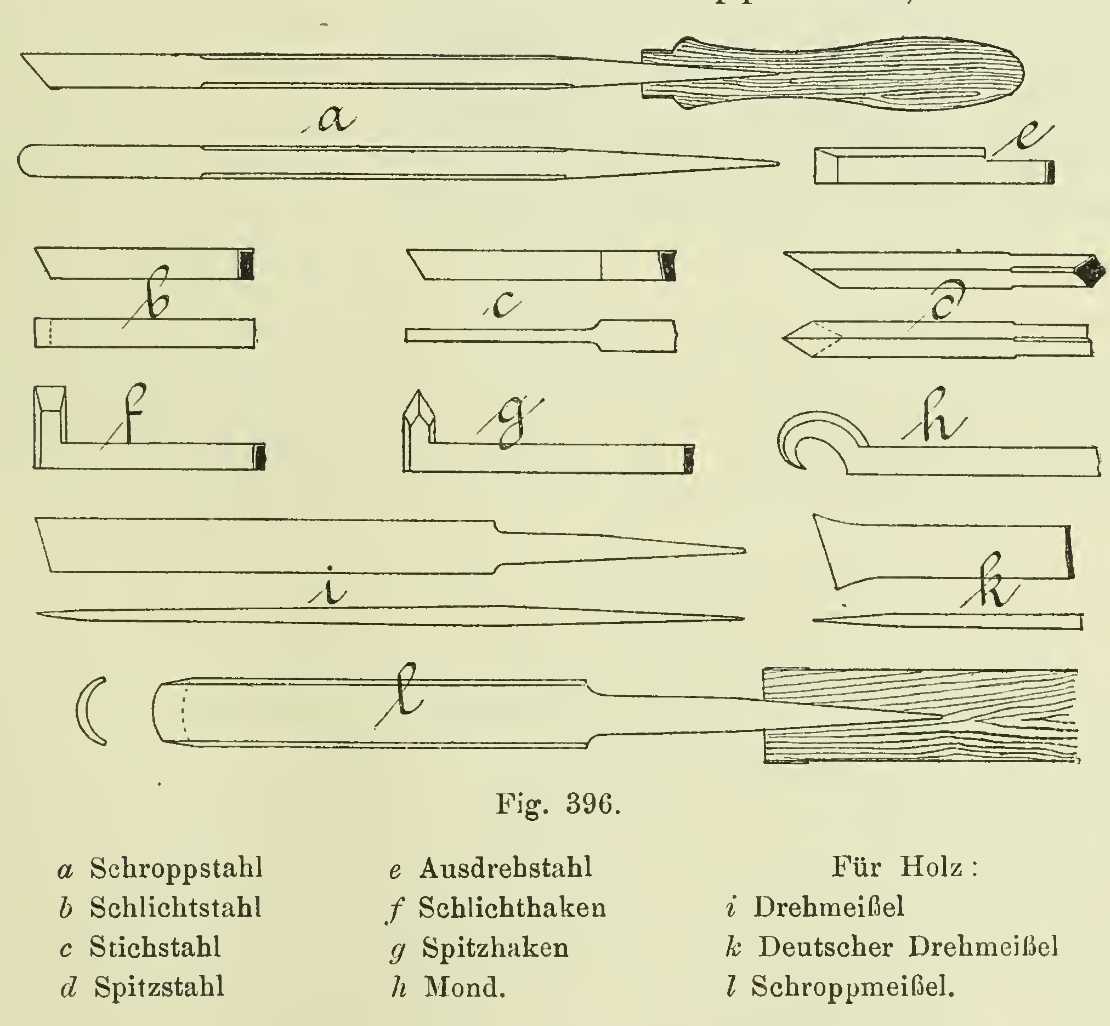


Fig. 396.

a Schroppstahl	*e* Ausdrehstahl	Für Holz:
b Schlichtstahl	*f* Schlichthaken	*i* Drehmeißel
c Stichstahl	*g* Spitzhaken	*k* Deutscher Drehmeißel
d Spitzstahl	*h* Mond.	*l* Schroppmeißel.

messerartig zugeschärft sind. Gleichzeitig sind einige Hand- oder Drehstähle angegeben, welche mittels langer Handgriffe aus freier Hand geführt und hiebei von der Auflage gestützt werden; die Handstähle eignen sich auch für Metalldreherei, jedoch nur zur Abnahme feiner Metallspäne. Für dickere Späne reicht die menschliche Kraft zur

festen und sicheren Führung des Drehstahles nicht aus. Es bedeutete daher die Erfindung von zwangsläufig geführten Werkzeughaltern — der Supporte — einen bedeutenden Fortschritt im Bau der Werkzeugmaschinen.

Der erste Support wurde 1791 von dem englischen Maschinenbauer Henry Maudslay konstruiert. In der Abbildung 397, die dem „The Engineer 1904, S. 505, entnommen ist, wird der Vorteil des Supports beim Metalldrehen augenfällig vorgeführt. Links sieht man den Dreher mit aller Anstrengung seiner Muskelkraft den Drehstahl halten, den einen Fuß rückwärts fest gegen den Boden stemmend, um ein Ausgleiten der Schneide zu verhindern; er würde beim Abdrehen eines größeren Werkstückes bald ermüden. Der rechts stehende Dreher braucht bloß mit einer Kurbel die Schraube des Handsupports zu drehen, was mit geringem Kraftaufwande möglich ist; er kann hiebei beliebig starke oder schwache Späne nehmen.

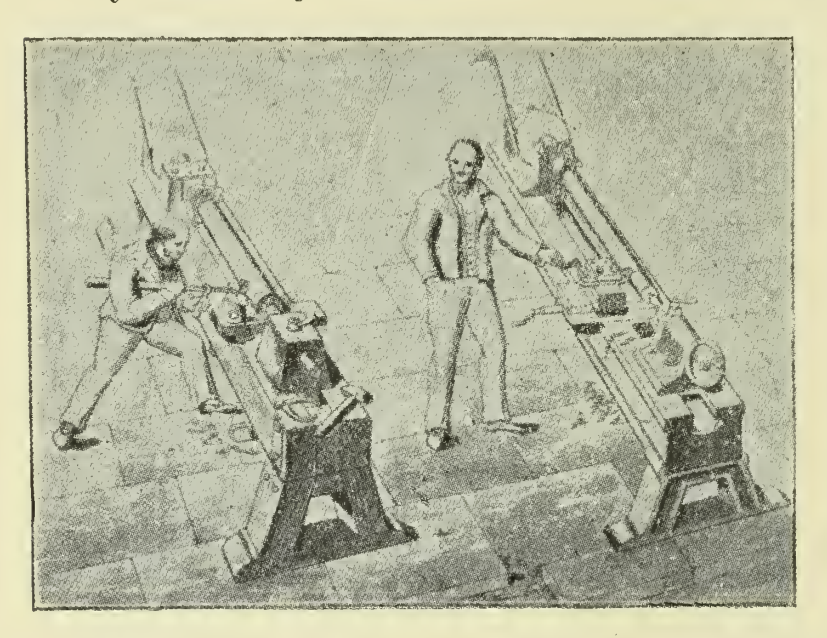


Fig. 397. Support gegen Auflage.

b) Leitspindel-Supportdrehbank.

Im Jahre 1835 brachte Josef Whitworth seine ersten selbsttätigen Supportdrehbänke auf den Markt; sie haben sich nebst anderen von ihm erfundenen Werkzeugmaschinen durch ihre äußerst solide und genaue Ausführung bald Weltruf erworben. Die Schraube, welche den Support verschiebt, wurde hiebei nicht mehr von Hand aus, sondern von der Spindelstockspindel mittels auswechselbarer Zahnräder gedreht. Die Leitschraube war zwischen den beiden Wangen des Drehbankbettes gelagert; die Verbindung der Leitschraube mit dem Support wurde durch eine halbe Schraubenmutter bewerkstelligt, die mittels eines Hebels leicht in oder außer Eingriff gebracht werden konnte.

Um auf die einzelnen Teile einer modernen Drehbank einzugehen, sei zuerst der wichtigste Teil — der Spindelstock — näher beschrieben.

Der Spindelstock (Fig. 398—403) hat zwei Lager, nämlich die Vorderdocke *v* und die Hinterdocke *h*, deren Lagerkörper ein einziges,

starkes Gußstück bilden, worin die Drehbankspindel *s* so gelagert ist, daß sie sich wohl leicht drehen läßt, aber nach keiner Seite hin schlottern oder wackeln kann. Auf *s* sitzt die vierstufige Riemenscheibe *r* lose auf; sie wird vom Deckenvorgelege von einer gleichen, aber ent-

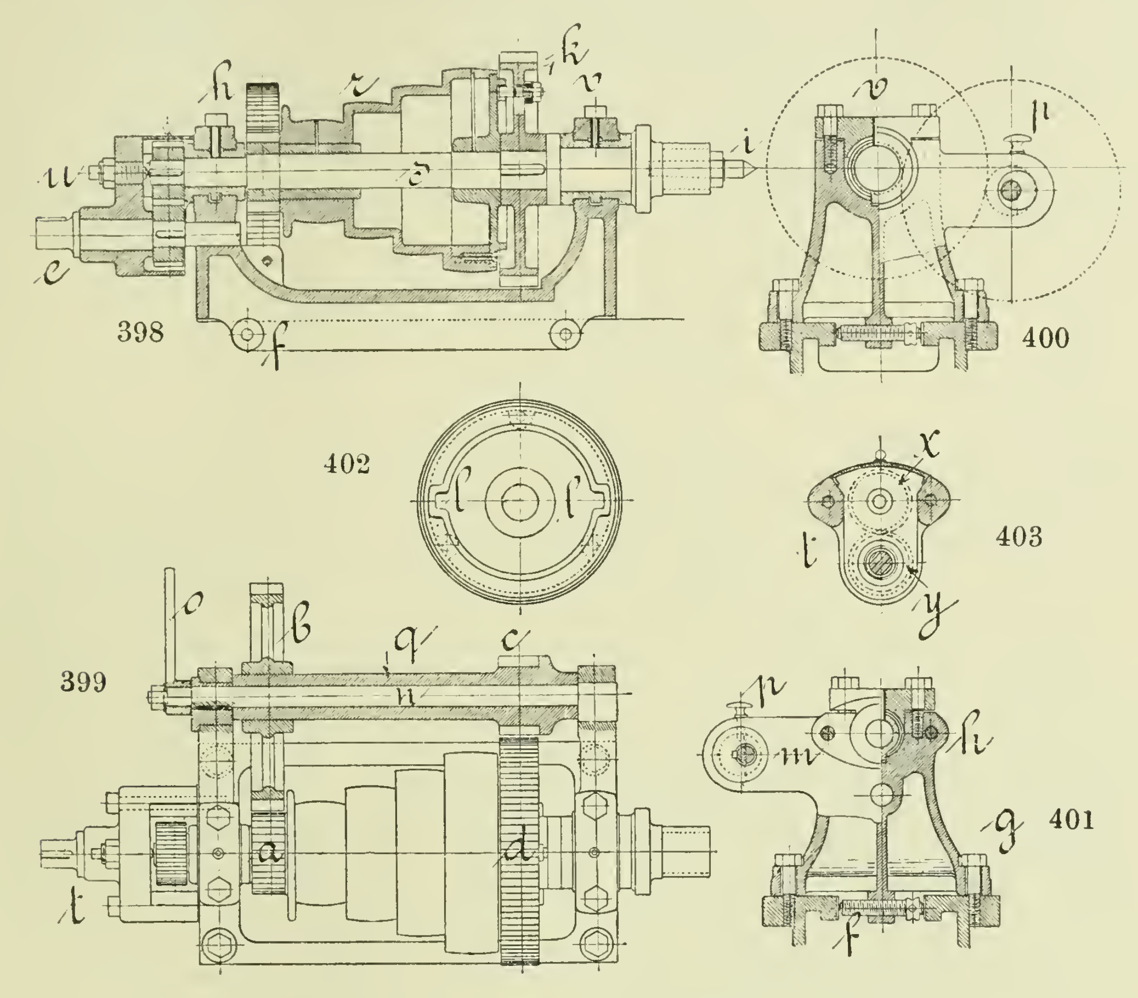


Fig. 398—403. Spindelstock.

gegengesetzt abgestuften Riemenscheibe angetrieben und kann somit je nach Bedarf vier verschiedene Geschwindigkeiten erhalten. Neben der Stufenscheibe ist auf der Spindel das Zahnrad *d* festgekeilt; in einem radialen Schlitze dieses Zahnrades ist eine Kupplungsschraube *k* vorhanden, die man behufs Verbindung von *r* mit *d* nach außen schiebt, so daß der Schraubenkopf in eine U-förmige Abkröpfung *l* Fig. 402) der ringförmigen, vorstehenden Leiste an der Stirnfläche der Stufenscheibe *r* eingreift. Parallel zu *s* liegt eine Spindel *n*, die in zwei Armen *m* exzentrisch gelagert ist; sie kann bei einer halben Drehung, die man mittels des Handgriffes *o* ausführt, von der Spindel *s* entfernt oder ihr genähert und dann mit dem Vorstecker *p* festgestellt werden Auf dieser, einen langen Zapfen darstellenden Spindel *n* ist eine hohle Vorgelegswelle *q* lose aufgeschoben, die zwei Zahnräder *b* und *c* trägt; *b* kann mit dem in der Stufenscheibe befestigten Rade *a*,

c aber mit *d* in Eingriff gebracht werden, so daß dann von der Stufenscheibe der Antrieb der Drehbankspindel mit der doppelten Übersetzung $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$ ins Langsame erfolgt. Der Kupplungszapfen *k* wird hiebei radial nach einwärts geschoben und so die Verbindung zwischen *r* und *b* gelöst. Man hat somit wieder vier, im ganzen also acht verschiedene Geschwindigkeiten zur Verfügung, so daß man entsprechend dem verschiedenen Material und den verschiedenen Stärken der abzudrehenden Arbeitsstücke stets mit der günstigsten Schnittgeschwindigkeit arbeiten kann, z. B.:

bei	Hartguß	mit	10—20	*mm*	pro Sekunde	
„	Stahl	„	40—60	*mm*	„ „	
„	Gußeisen	„	70—90	*mm*	„ „	
„	Schmiedeeisen	„	100—120	*mm*	„ „	
„	Messing u. Bronze	„	150—200	*mm*	„ „	
„	hartem Holze	„	200—400	*mm*	„ „	bei Holz-
„	weichem Holze	„	600—800	*mm*	„ „	drehbänken.

Das vordere Ende der Drehbankspindel ist mit einem Gewinde zum Anschrauben einer Vorrichtung versehen, mit der die Arbeitsstücke eingespannt werden können; ferner ist eine konische Bohrung zur Aufnahme eines Körners *i* vorhanden. Links am Spindelstock ist ein Querstück *t* angeschraubt, das einerseits mit einer zentralen Druckschraube *u* den achsialen Druck, den das Arbeitsstück auf die Drehbankspindel ausübt, aufnimmt, anderseits eine kurze Spindel *e* trägt, die mittels zweier gleich großer Zahnräder *x* und *y* von der Drehbankspindel angetrieben wird. Ein Wechselrad, welches auf das vorstehende Ende aufgesteckt wird, überträgt von hier die Schaltbewegung auf die Leitspindel. In die Mittelrippe des Spindelstockes sind zwei Schrauben *f* eingeschraubt, die zwischen die Wangen des Drehbankbettes einpassen; sie dienen zum genauen Einstellen des Spindelstockes, ehe man ihn mit den Schrauben *g* festschraubt.

Lange Arbeitsstücke werden zwischen die Spitzen der Drehbank- und Reitstockspindel eingespannt; auf der Drehbankspindel wird überdies eine Mitnehmerscheibe mit Mitnehmer (Fig. 404) befestigt, während auf dem Arbeitsstücke ein Herz (Fig. 405) so festgeklemmt wird, daß der Mitnehmerstift gegen das Herz drückt und das Arbeitsstück dreht.

Der Reitstock (Fig. 406) besteht aus der auf dem Drehbankbett *B* aufliegenden Platte *P*, auf welcher der Reitstockkörper *R*, in einer Prismenführung *p* quer verschiebbar, aufruht. Diese Querverschiebung ist beim Konischdrehen nötig: sie erfolgt mit der Schraube s_1 und per Mutter m_1. Die Schraube s_2 mit der Gegenplatte *g* dient zum

Befestigen des Reitstockes an einer beliebigen Stelle des Drehbankbettes. Oben trägt der Reitstockkörper in einer wagrechten Bohrung die Reitstockspindel S mit dem konisch eingesetzten Reitnagel n. Die Hohlspindel S hat ein Muttergewinde m_3 für die Schraube s_3, auf der das Handrad h sitzt. Indem die Spindel S selbst durch die Schraube s_5 am Verdrehen verhindert wird, muß sie sich verschieben, sobald man am Handrad h dreht. Der Querbolzen b, der mit der Schraube s_4 durch Drehen des Hand griffes a verschoben wird, klemmt die Spindel fest.

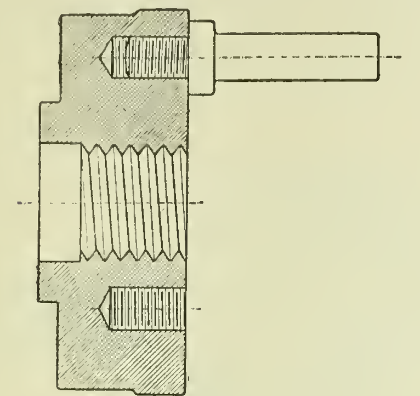


Fig. 404. Mitnehmer.

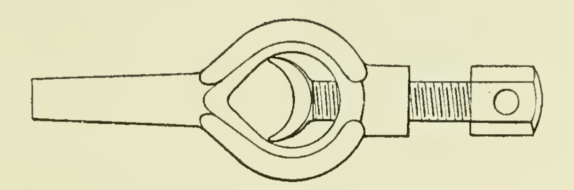


Fig. 405. Drehbankherz mit Klemmbacken.

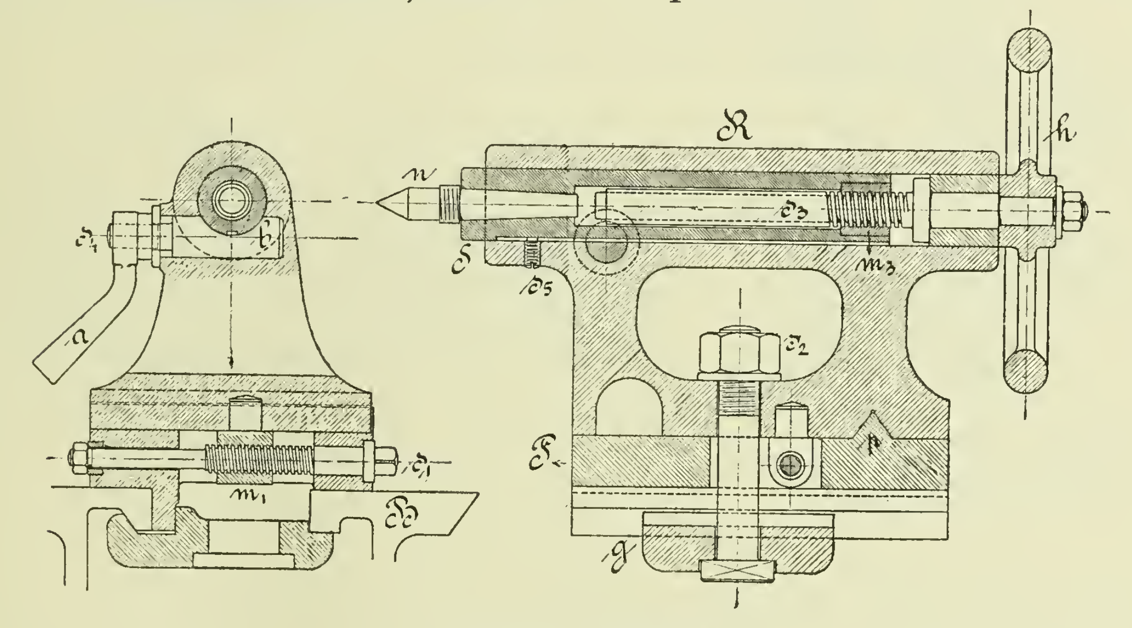


Fig. 406. Reitstock.

Diese Art des Festklemmens ist nicht einwandfrei, da hiedurch die Spindel aus ihrer richtigen Lage gebracht werden kann. Fig. 407 zeigt eine andere Art des Festklemmens. Wenn man die Mutter m mit dem Handgriff h rechtsum dreht, wird der federnde Konus k nach rechts verschoben, somit der Reitnagel zentrisch festgehalten.

Kurze Werkstücke oder solche von scheibenartiger Gestalt werden in sogenannte „Futter“ eingespannt; hiezu gehören auch die Planscheiben. Das Futter (Fig. 408) hat eine Schutzhülse, damit sich der bedienende Arbeiter nicht verletzt.

Kleine Werkstücke werden zuweilen einfach auf eine ebene Scheibe — das Kittfutter — mit Siegellack aufgekittet.

Bedeutend schneller und genauer arbeitet man mit den selbstzentrierenden Klemmfuttern, deren eines in Fig. 409 dargestellt ist. Es

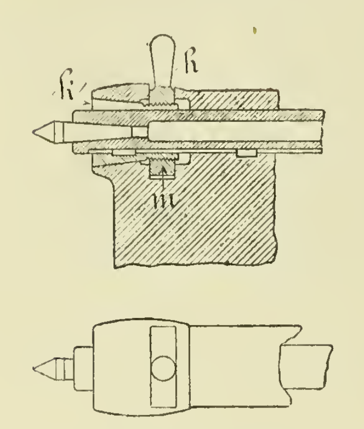


Fig. 407. Zentrisches Festklemmen des Reitnagels.

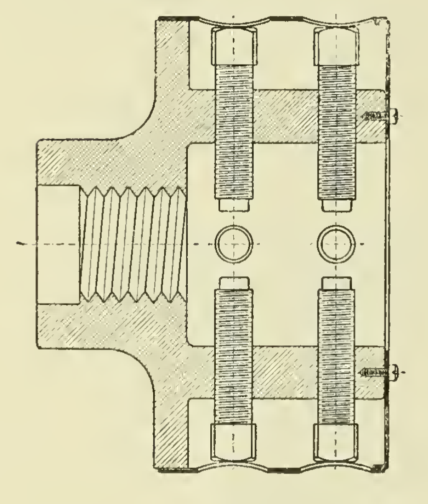


Fig. 408. Schraubenfutter nach L. Seutker.

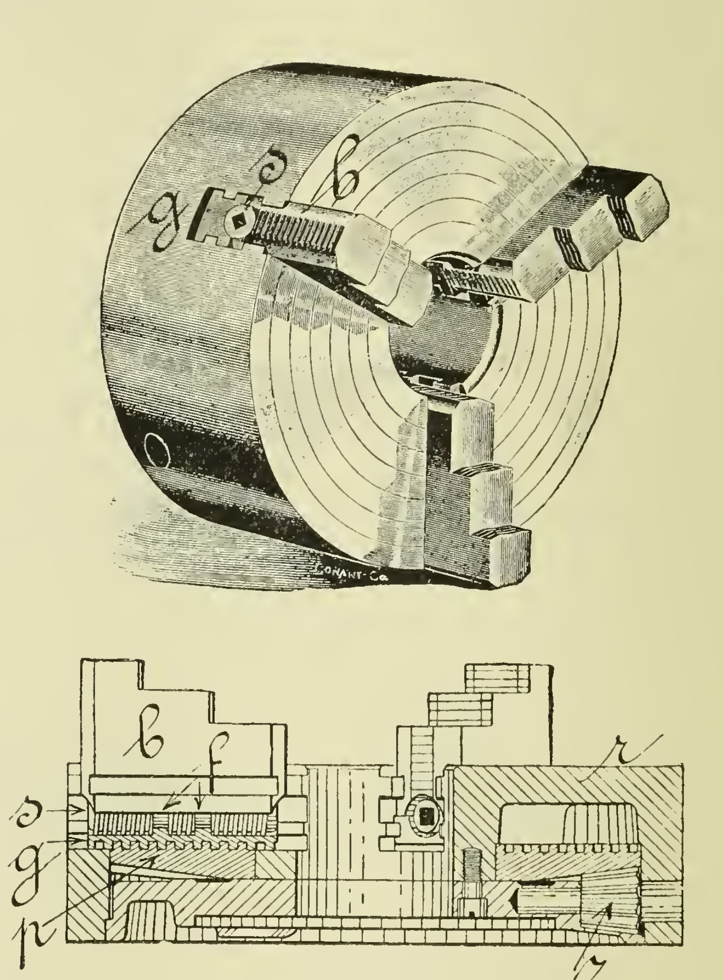


Fig. 409. Whitons Klemmfutter.

besteht aus einem kräftigen Stahlring *r*, in welchem drei oder vier Klemmbacken *b* in ⊤-förmigen Schlitzen radial verstellbar sind; jeder Backen ist, unabhängig von den anderen, mittels der Schraube *s* verstellbar, so daß man beliebig runde, elliptische oder irreguläre Arbeitsstücke zentrisch oder exzentrisch einspannen kann. Jede der Schrauben *s* wird von einem Gleitstück *g* mittels zweier halbrunder Federn *f*, die in Nuten der Schraube *s* eingreifen, festgehalten. Die Gleitstücke *g* selbst greifen wiederum mit ihrer kammartig gestalteten Unterseite in eine Spirale der Platte *p* ein; letztere ist an der unteren Fläche als Kegelrad ausgebildet und kann mit dem Zahnkolben *z* gedreht werden. Durch Drehen von *z* wird auch *p* gedreht; *p* verschiebt die Gleitstücke *g* und somit auch durch Vermittlung der Schrauben *s*

gleichzeitig und gleichmäßig die Klemmbacken *b*. Whitons Klemmfutter werden in verschiedenen Größen von D = 100—800 *mm* erzeugt.

Der Support einer Leitspindel-Drehbank.

Fig. 409 *a* zeigt einen solchen in verschiedenen Ansichten und Schnitten, aus denen folgende Einrichtungen erkenntlich sind: Auf dem Drehbankbett *a* ist der Langschlitten *b* verschiebbar angeordnet; es kann die Verschiebung entweder von Hand aus mittels Zahnstange, oder selbsttätig mittels Leitspindel erfolgen. Von Hand aus dreht man an der Kurbel *c*, die mittels der Räderübersetzung *d/e* den Zahnkolben *f* treibt, der in die Zahnstange *g* eingreift. Selbsttätig erfolgt die Verschiebung des Langschlittens, der Langzug, indem die Leitschraube *h* von der zweiteiligen Mutter *i* umschlossen wird. Die beiden Mutterhälften gleiten mittels Gleitbacken in den Führungen einer senkrechten, gußeisernen Platte, der Schloßplatte *k*, die am Langschlitten mittels Schrauben befestigt ist und auch den Handantrieb trägt. Zwei Bolzen *l* reichen durch senkrechte Schlitze der Schloßplatte hindurch und treten in die exzentrischen Schlitze einer Scheibe *m* ein. Dreht man somit die Scheibe mittels des Handgriffes *n*, so wird die zweiteilige Mutter geöffnet oder geschlossen. Auf dem Langschlitten sitzt der Querschlitten *o*, der mit der Schraube *p* entweder von Hand aus durch die Kurbel *q* oder von der Leitschraube selbsttätig verschoben werden kann, indem die federnde Nabe des Kegelrades *r* mittels eines Preßringes und der Schraube *s* auf der Leitspindel festgeklemmt wird. Die Bewegung überträgt sich dann von *r* auf *t*, *u*, die Zwischenräder v_1 und v_2 und durch das Stirnrad *w* auf die Schraube *p*. Das Zwischenrad v_2 hat einen langen Zapfen, der aus der Schloßplatte vorsteht und am Ende knopfartig gestaltet ist. Hiedurch läßt es sich bequem verschieben und außer Eingriff bringen.

Der Querschlitten trägt den Drehteil *x*, der mittels zweier Schrauben *y* festgeklemmt werden kann. Auf *x* ist noch der Handschlitten *z* angeordnet, der mit einer durch eine Handkurbel betätigten Schraube verschoben wird. Darauf befindet sich endlich ein Überlegeisen oder Deckel 1, der sich mit der Schraube 3 in der Höhe richtig einstellen läßt; er hält durch Anziehen der Schraube 2 den Drehstahl fest.

Der Drehteil gestattet, den Handschlitten *z* gegen die Drehbankachse beliebig schräg einzustellen, um kurze Teile kegelförmig zu drehen. Die Köpfe der Schrauben *y* sind zu dem Zwecke in einer ringförmigen unterschnittenen Nut verankert.

Damit der Stahl sicher gehalten wird, dürfen die Supporte keine lockere, wacklige Führung haben, müssen also nachstellbar sein. Die

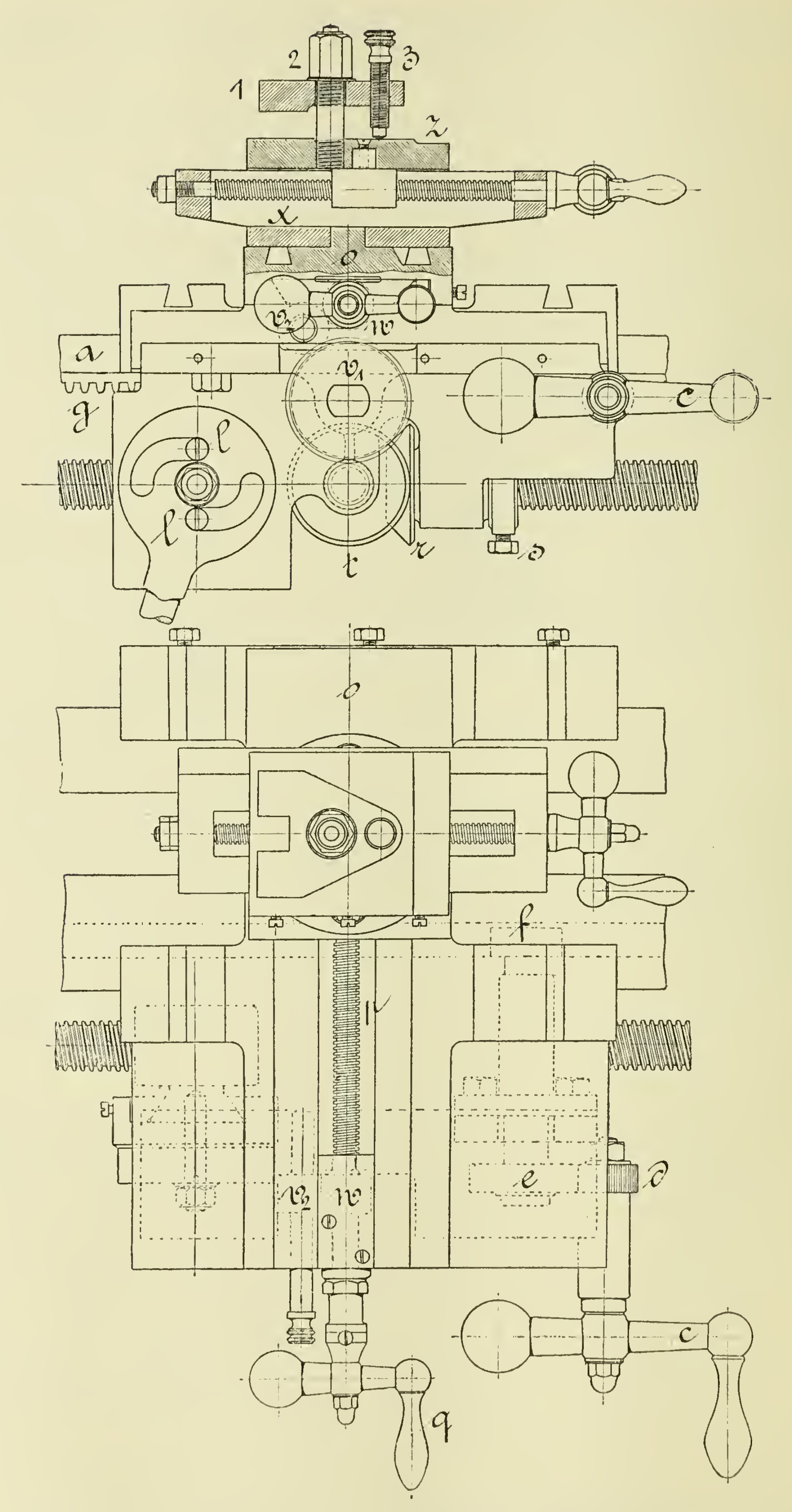
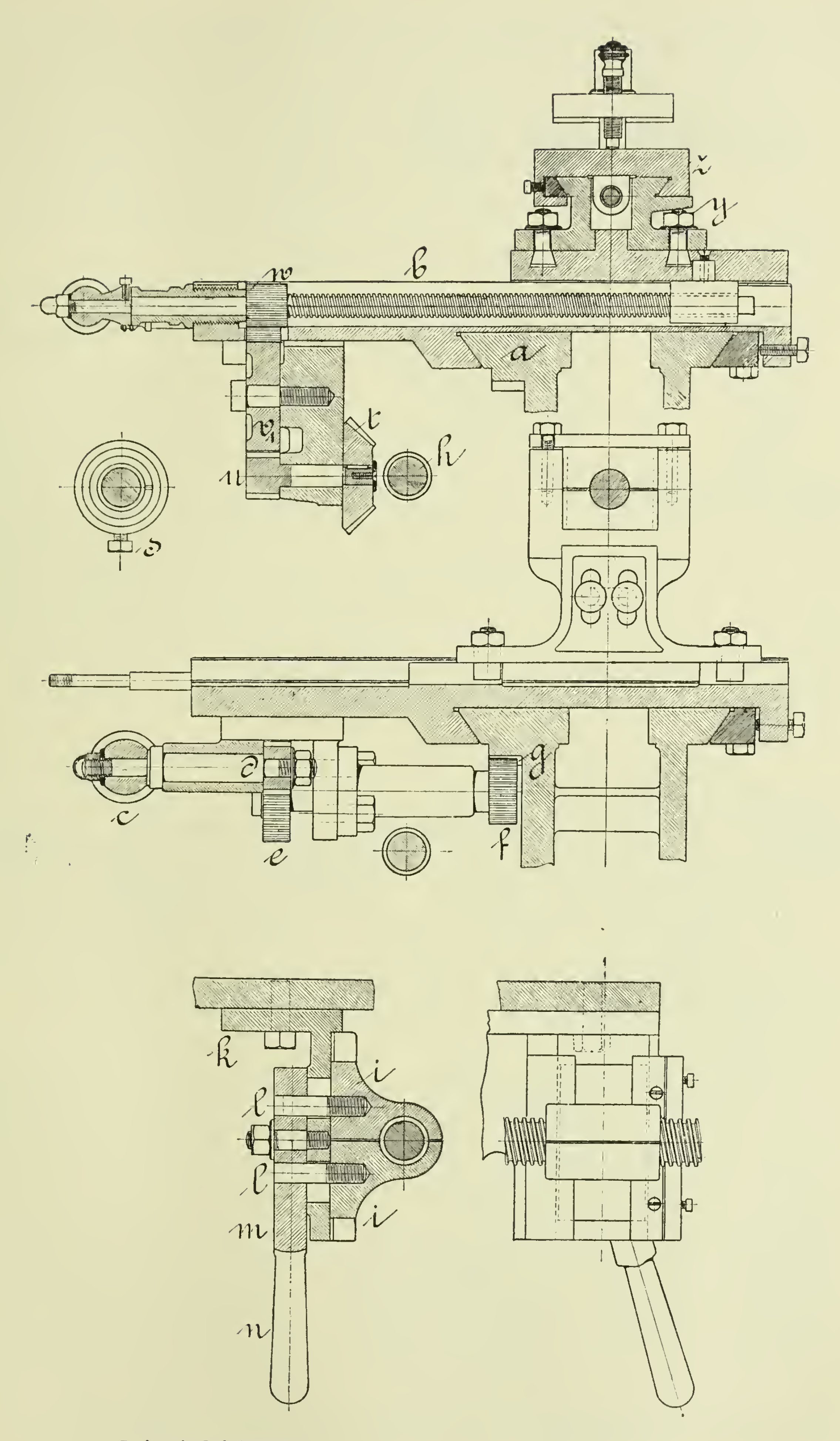


Fig. 409 *a*. Support einer



Leitspindel-Drehbank.

Prismenführungen der Supporte müssen sich aber auch schnell und sicher nachstellen lassen und die in Fig. 410 unter *c* und *d* dargestellten Einrichtungen, bei der nur zwei Stellschrauben nötig sind, sind den unter *a* und *b* gezeichneten, wo mehr Schrauben zu drehen sind, vorzuziehen.

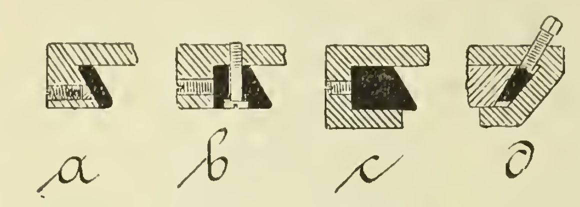


Fig. 410. Verschiedene Prismenführungen.

Werden lange Spindeln zwischen den Drehbankspitzen eingespannt und abgedreht, so federn sie unter dem Drucke des Drehstahles zurück; man bringt daher unmittelbar neben dem Drehstahl ein Führungslager an, eine sogenannte Lünette (Fig. 411), bestehend aus dem auf der Querführung *Q* befestigten Arm *a*, dem Gabelstück *l*, den beiden Holzbacken *b* und dem Überlegeisen *u*.

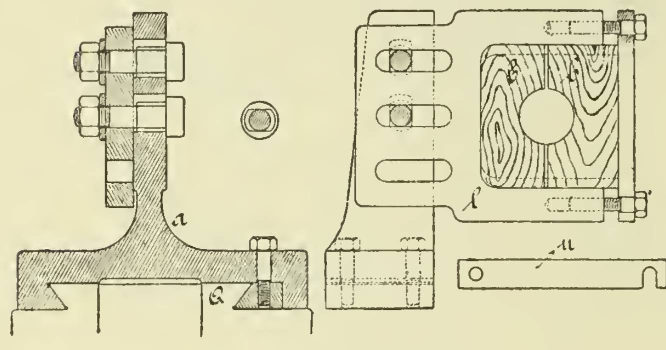


Fig. 411. Lünette.

Die Schaltbewegung mit Kehrvorrichtung.

Neuere Drehbänke sind vorteilhaft so eingerichtet, daß die selbsttätige Drehbewegung der Leitspindel bequem und schnell durch einen einfachen Handgriff abgestellt, bezw. umgedreht werden kann. Zu dem Zwecke dienen Kehrräder (Reversierräder), wie solche z. B. in Fig. 412 dargestellt sind.

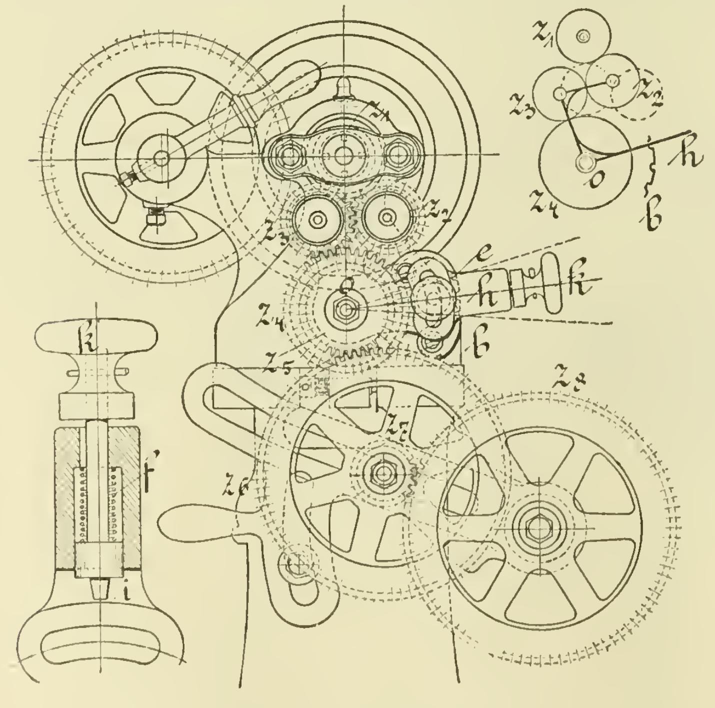


Fig. 412. Kehrvorrichtung für die Leitspindel einer Drehbank.

Die Schaltbewegung wird von der Drehbankspindel mittels des Zahnrades z_1 entweder auf z_2 und von da über z_3, z_4, z_5, z_6, z_7, z_8 auf die Leitspindel übertragen, wie es die Nebenfigur rechts oben zeigt, oder man bringt z_3 mit z_1 in Eingriff; die Leitspindel dreht sich dann in verkehrter Richtung. Zu

diesem Zwecke sind die beiden Kehrräder z_2 und z_3 am Hebel *h* auf Bolzen lose aufgesteckt; der Hebel selbst ist um den Bolzen *o* drehbar und läßt sich an dem Bogenstück *b* feststellen, indem ein Stift *i* in die Einkerbungen *e* des Bogenstückes *b* einschnappt. Mit einem Knopfe *k* (siehe links Nebenfigur) kann man den Stift *i* unter Überwindung der Kraft der Feder *f* zurückziehen und dann den Hebel *h* drehen. In der Mittelstellung steht z_1 mit keinem Rade in Eingriff, die Schaltung ist somit abgestellt. Als Wechselräder dienen die vier Räder $z_5/z_6 \cdot z_7/z_8$; jeder Drehbank wird ein Rädersatz mitgegeben, um verschiedene Schaltgeschwindigkeiten einstellen bezw. beim Gewindeschneiden verschiedene Ganghöhen erzielen zu können.

An die Drehbankspindel werden große Anforderungen gestellt. Sie muß sowohl senkrechte als auch wagrechte Drücke aufnehmen, darf aber dabei nicht schlottern, sondern soll stets einen „satten“ und dabei leichten Gang behalten; die Lagen sollen möglichst geschlossen sein, damit kein Staub und keine Drehspäne hineingelangen; ferner soll man bequem ölen und bei eintretender Abnützung leicht nachstellen können, ohne daß hiebei die Spindel aus ihrer Lage kommt.

Die konische Form der Zapfen nach Fig. 413 hat z. B. den Nachteil, daß — wenn die hintere Druckschraube *s* nicht ganz genau

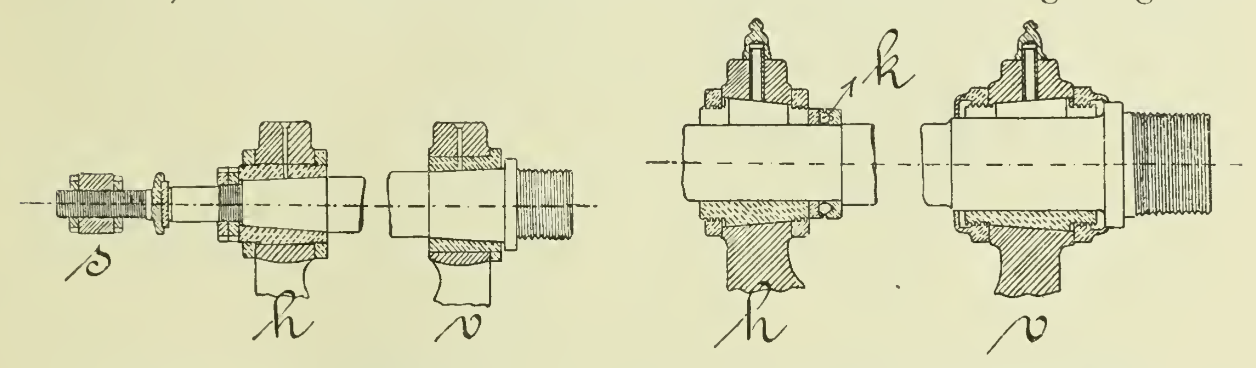


Fig. 413. Konische Zapfen. Fig. 414. Zylindrische Zapfen.

eingestellt ist — der Konus durch einen achsialen Druck so fest in die Lagerbüchse eingepreßt wird, daß schwerer Gang, Warmlaufen und Verreiben der Laufflächen eintreten; außerdem können die konischen Zapfen nur kurz sein, so daß die Auflagefläche gering ist. Besser ist die Lagerung Fig. 414, wo die Zapfen zylindrisch sind und das Nachstellen erfolgt, indem die außen konischen Lagerhülsen in den konisch ausgebohrten Lagerkörpern mittels Schrauben verstellt werden; da die Lagerhülsen an einer Stelle aufgeschnitten und an zwei anderen Stellen genutet sind, können sie zusammenfedern und den zylindrischen Zapfen dicht anschließend halten. Die Zuführung von Öl erfolgt, indem in den Schlitz ein Filzstreifen eingelegt wird; der Staub wird

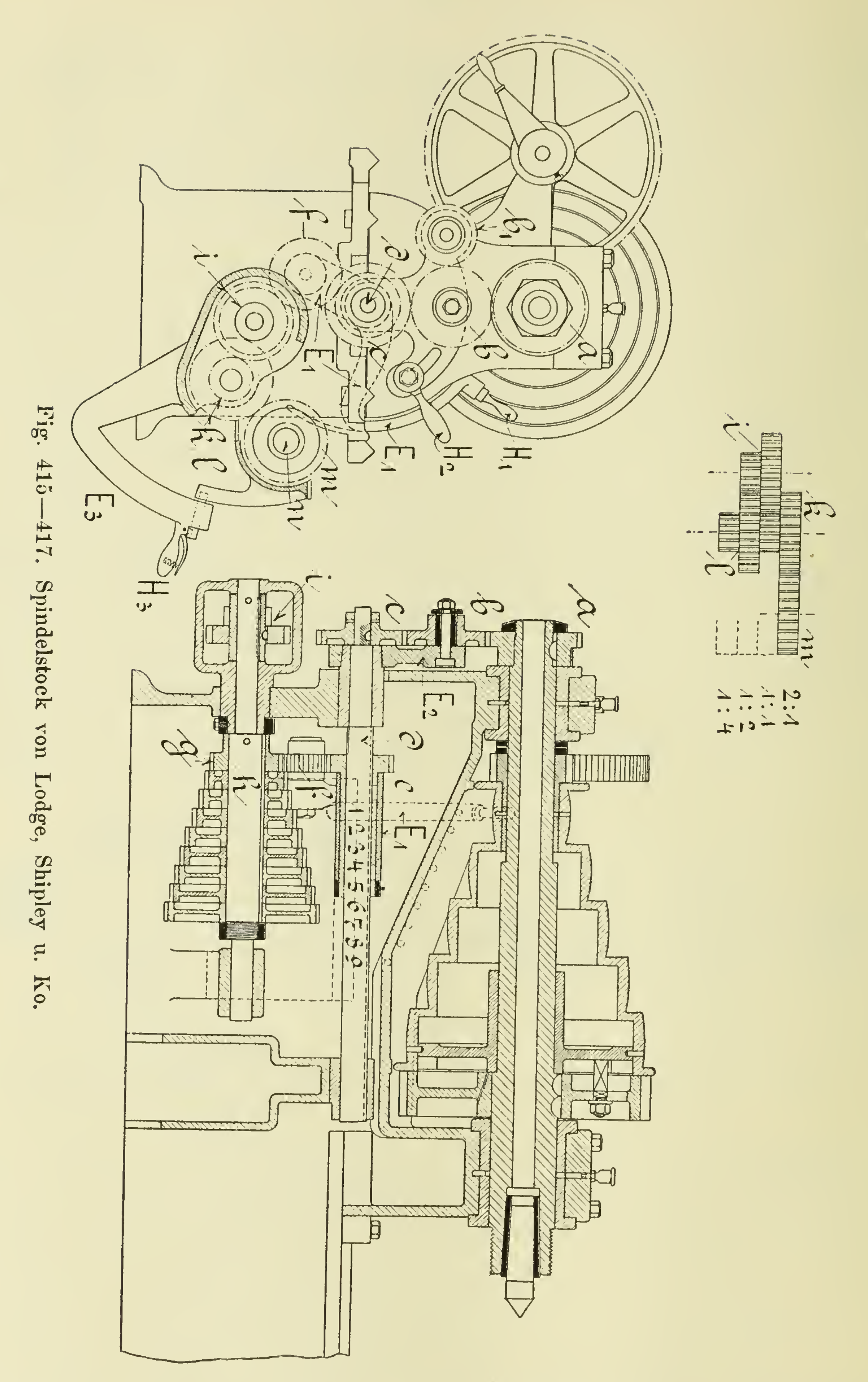


Fig. 415—417. Spindelstock von Lodge, Shipley u. Ko.

durch Staubhülsen, die sich an den Muttern befinden, abgehalten. Der achsiale Druck wird hier durch ein Kugellager *k* aufgenommen.

In Fig. 415—417 ist ein Spindelstock amerikanischer Bauart dargestellt, bei dem man schnell die Geschwindigkeit der Leitspindel ändern kann. Von der Drehbankspindel wird durch die

Zahnräder *a b c* die Nebenwelle *d* angetrieben; von *d* aus mittels der Räder *e f g* die zweite Nebenwelle *h* und von *h* aus mittels der Doppelräder *i*, *k* oder *l* und des Zahnrades *m* die Leitspindel *n*. Auf der Welle *h* sind neun Zahnräder *g* von abgestufter Größe befestigt; das Zahnrad *e* ist durch Feder und Nut mit der Spindel *d* verbunden und läßt sich mit dem Handhebel E_1 verschieben. Das Zwischenrad *f* ist auf einem Bolzen aufgeschoben, der ebenfalls am Hebel E_1 festgeschraubt ist. Mit dem Handgriff H_1 kann man den Hebel E_1 seitwärts verschieben und so verdrehen, daß eines der neun Zahnräder *g* mit *f* in Eingriff kommt; die Nebenwelle *h* kann somit neun verschiedene Geschwindigkeiten erhalten. Das auf der Leitschraube *n* sitzende Rad *m* läßt sich, wie Fig. 417 ersichtlich macht, ebenfalls verschieben und in vier verschiedene Stellungen bringen. Indem bei den Doppelrädern *i*, *k* und *l* das kleine Rad halb so viel Zähne hat wie das große, so ist die Übersetzung von *i* über die auf einem Zapfen des Hebels E_3 lose aufgesteckten Doppelräder *k* und *l* auf *m* entweder 2 : 1 oder 1 : 1, 1 : 2 oder 1 : 4. Der Hebel E_3 läßt sich mit dem Handgriff H_3 verdrehen und feststellen. Sohin sind $9 \times 4 = 36$ verschiedene Geschwindigkeiten der Leitspindel möglich; jede derselben ist in einigen Sekunden einstellbar, während bei der alten Bauart der Drehbank mit Schere und Scherbolzen ebenso viele Minuten nötig waren. Wenn man die Klemmschraube H_2 löst, kann man den Kehrhebel E_2 verdrehen und hiedurch die Bewegung von *a* über b_1 auf *b c d*, und so fort übertragen, wodurch die Leitschraube *n* im verkehrten Sinne gedreht wird.

Eine andere Vorrichtung, womit die Schaltung des Drehstahles sowohl schnell und leicht ein- und ausgerückt als auch geändert werden kann, zeigt die oft verwendete Einrichtung Fig. 418. Eine kurze Spindel *a* ist parallel zur Leitschraube oder genuteten Schaltspindel *b* gelagert und je eines der drei Räderpaare $\frac{49}{39}$, $\frac{40}{48}$, $\frac{34}{54}$ überträgt die Bewegung von *a* auf *b*, so daß die Schaltung z. B. 1·6, 1·1 und 0·7 *mm* ausmacht. Die Zahnräder auf der Spindel *a* haben je sechs Keilnuten und die Nabenbohrungen sind an den Enden er-

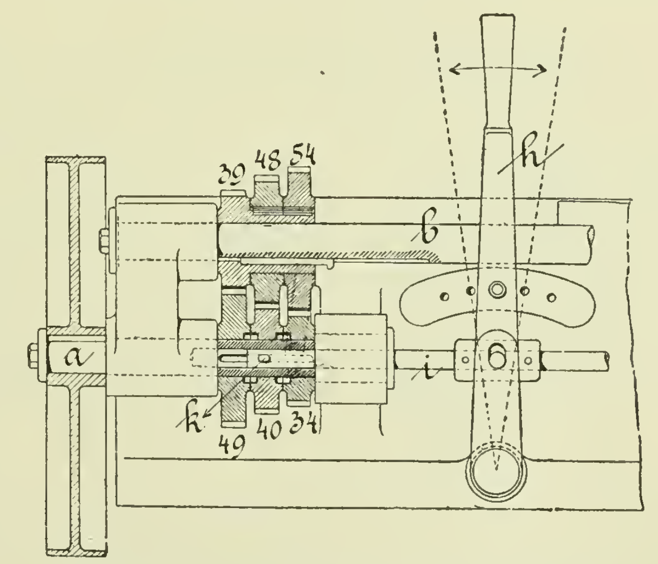


Fig. 418. Sofort wechselbare Schaltung nach Lang.

weitert. Die Spindel *a* selbst ist hohl und geschlitzt, um eine Stange *i* mit einem Kreuzstücke *k* aufzunehmen, das als ein gleitender Keil wirkt. Mit dem Handhebel *h* kann man bequem die Stange *i* verschieben und so die gewünschte Übersetzung einschalten, bezw. die Schaltung ganz abstellen, wenn man den Hebel in eine der punktierten Lagen bringt.

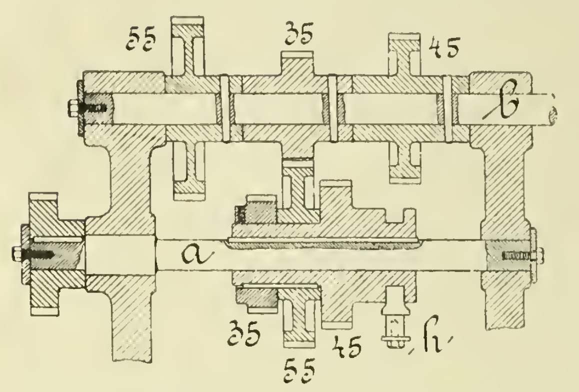


Fig. 418 *a*. Sofort wechselbare Schaltung nach Archdale.

Die in Fig. 418 *a* dargestellte Einrichtung dient demselben Zwecke; es sind drei Räderpaare vorhanden, welche mit dem Handhebel *h* beliebig in Eingriff gebracht werden können; der Leitschraube *b* lassen sich somit dreierlei Schaltgeschwindigkeiten erteilen.

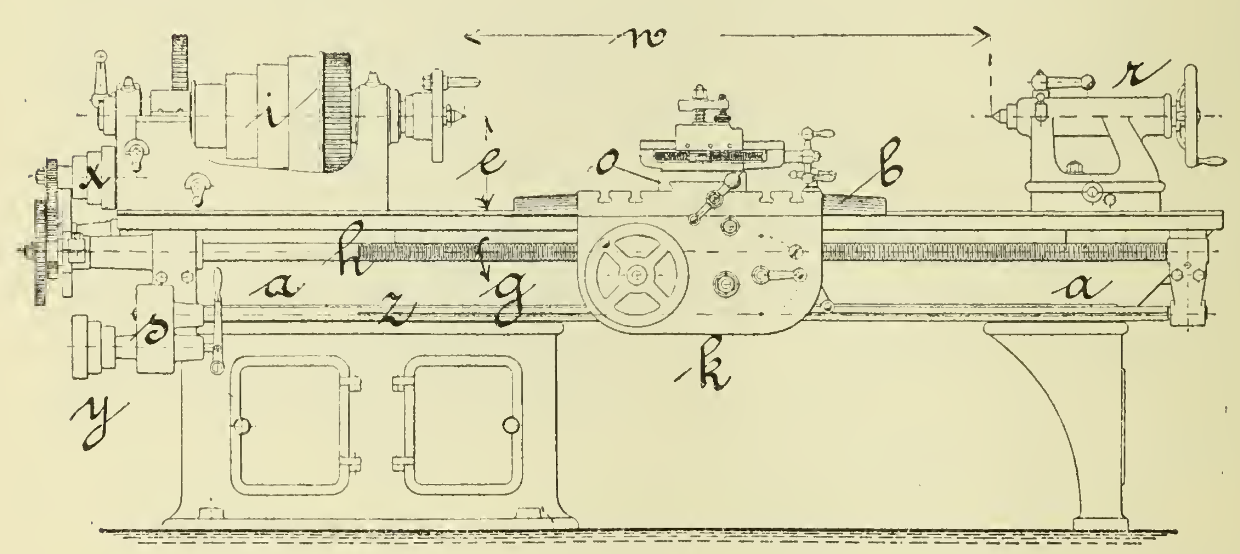
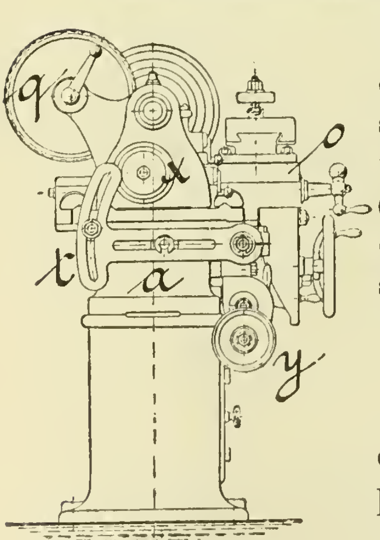


Fig. 419. Zug- und Leitspindel-Drehbank.

a Bett, *i* Spindelstock, *r* Reitstock, *b* Langschlitten (Wangenschlitten), *o* Querschlitten, *h* Leitspindel, *g* Zahnstange, hinter der Leitspindel, *z* Zugspindel, *k* Schloßplatte, *t* Schere (Transporteur oder Tasche) für die Wechselräder zum Antriebe der Leitspindel, *x* u. *y* Antriebsstufenscheiben für die Zugspindel, *s* Schaltgehäuse (vgl. auch Fig. 418), *q* Spindelstock-Vorgelege, *e* Spitzenhöhe, *w* Spitzenweite.



Um die Leitschraube zu schonen und hiedurch andauernd höheren Ansprüchen hinsichtlich der Güte der Arbeit zu genügen, bringt man parallel zu ihr noch eine glatte, genutete Welle an, die sogenannte „Zugspindel", mit der man die gewöhnlichen Dreharbeiten verrichtet. Die Leitschraube dient dann nur zum Ge-

windeschneiden. In Fig. 419 ist eine Zug- und Leitspindel-Drehbank der Maschinenfabrik Ludwigshafen dargestellt. Der linke Fuß des Bettes ist passend zu einem Werkzeugkasten ausgebildet.

Das Bett hat die in Fig. 419 *b* dargestellte, in Amerika gebräuchliche Form. Der Wangenschlitten läuft auf zwei Prismen und wird hiedurch auf vier Flächen gleichzeitig geführt. Der Schlitten ist besonders lang geführt (Fig. 419 *a*) und erhält die Schaltbewegung entweder von der Leitspindel durch Vermittlung von Wechselrädern oder von der Zugspindel durch Vermittlung der Riemenkonusse *x y*. Wie die schematische Fig. 419 *c* zeigt, dreht die genutete Zugspindel eine Schnecke 1, die für den Längsgang über 2, 3, 4, 5, 6, 7 einen Zahnkolben 8 treibt, der in die Zahnstange *g* eingreift.

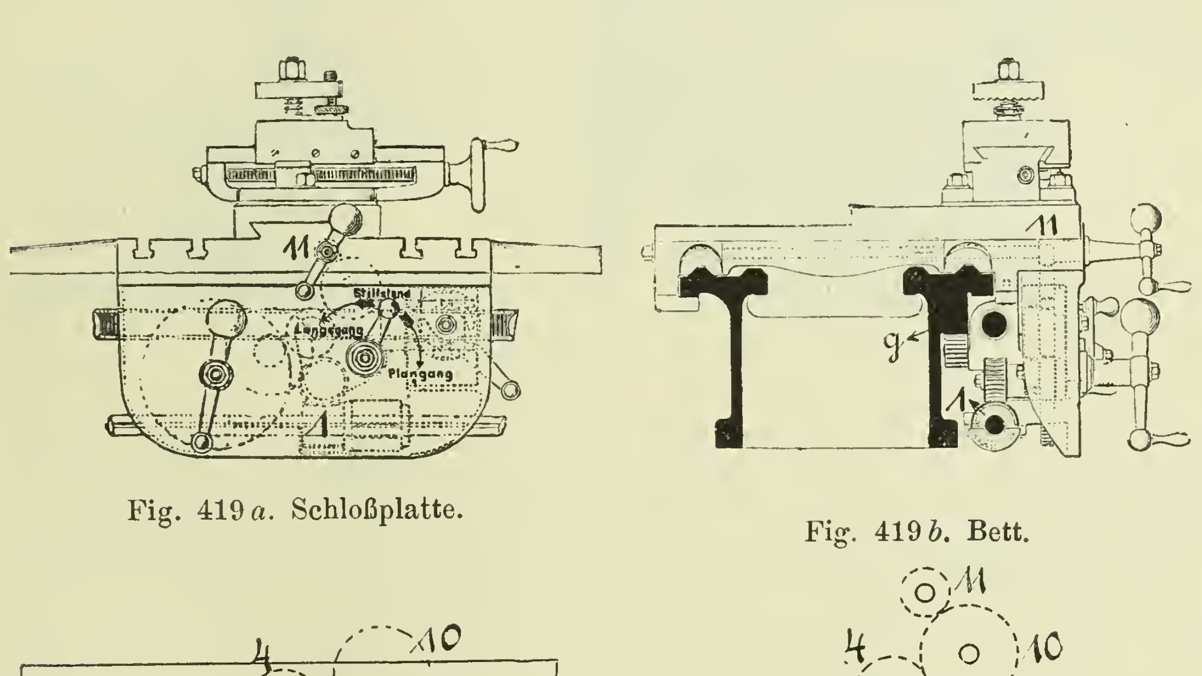


Fig. 419 *a*. Schloßplatte.

Fig. 419 *b*. Bett.

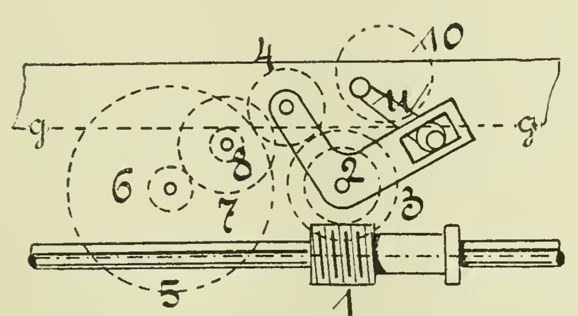


Fig. 419 *c*. Längsgang von 1 über 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 auf *g*.

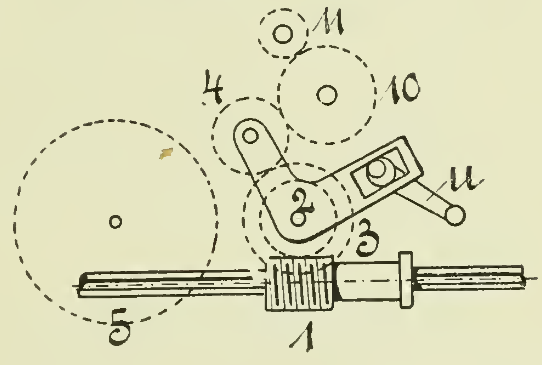


Fig. 419 *d*. Plangang von 1 über 2, 3, 4, 10 auf 11.

Durch Umlegen des Hebels *u* (des Ausrückers) in die Stellung Fig. 419 *d* erfolgt der Antrieb von 1 über 2, 3, 4, 10 und 11 auf die Schraube für den Plangang. Bringt man den Hebel *u* in die Mittelstellung, dann sind beide Schaltungen ausgerückt. Eine weitere Ausrückung ist bei dem Schaltgehäuse *s* (Fig. 419) vorgesehen. Die Kehrvorrichtung ist im Spindelstocke angeordnet.

c) Plandrehbänke.

Große, scheibenförmige Körper werden behufs Abdrehen auf die Planscheibe *p* (Fig. 420) der Plandrehbank aufgespannt. Die Arbeitsbewegung erfolgt von einer vierstufigen Riemenscheibe *r* vermittels

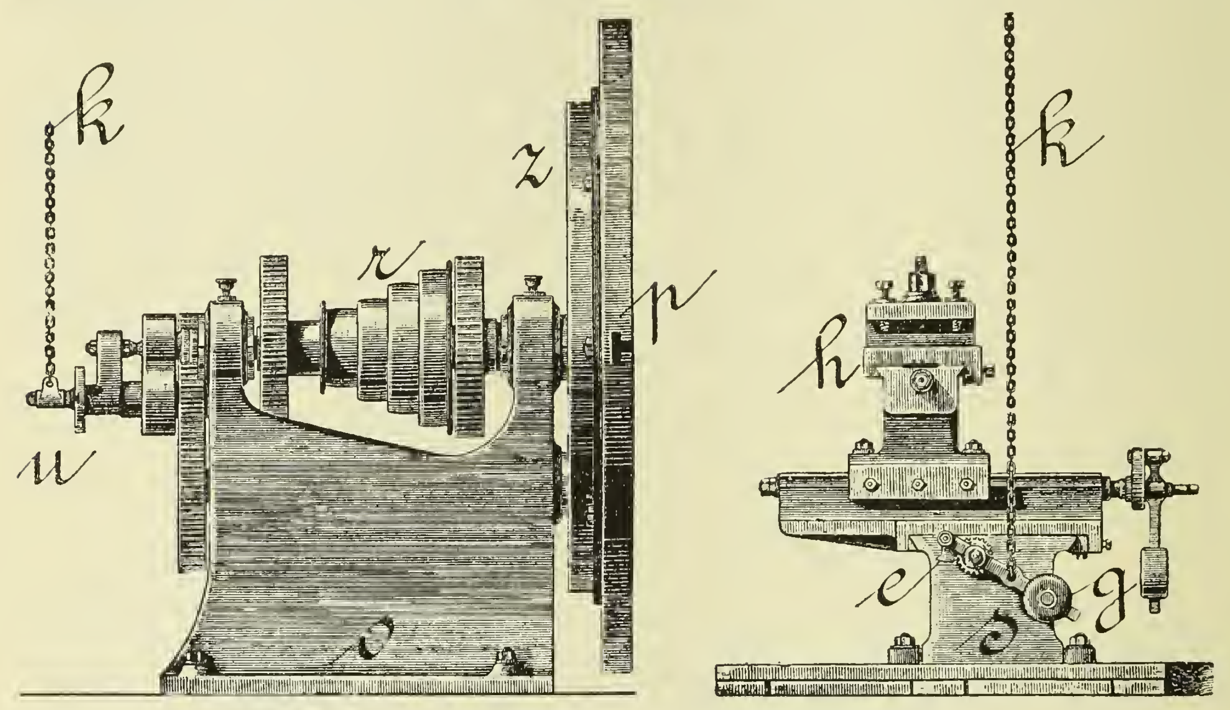


Fig. 420. Plandrehbank mit stehender Planscheibe.

mehrfacher Zahnräderübersetzung auf das Hohlrad *z*, das auf der Rückseite der Planscheibe *p* festgeschraubt ist. Die selbsttätige Schaltbewegung erhält der in dem Handschlitten *h* eingespannte Drehstahl, indem der Klinkenhebel (Ratschenhebel) *e* mittels der Kette *k*, die an der Decke über zwei Leitrollen zu dem Kurbelzapfen *u* geführt ist, von letzterem aufgehoben und vom Gewichte *g* wieder niedergezogen wird. Zwischen dem Spindelstocke *o* und dem Support *s* ist im Mauerwerk eine Grube ausgespart, um auch größere Arbeitsstücke abdrehen zu können.

Schwere Schwungräder werden besser anstatt auf der Plandrehbank auf der Grubendrehbank abgedreht; selbe hat eine schmale, einige Meter tiefe Grube, über welcher eine entsprechend starke Achse quer gelagert ist, auf der das Schwungrad konzentrisch aufsitzt. Seitwärts vom Schwungrad wird ein Zahnkranz anmontiert, der mittels eines Triebkolbens langsam gedreht wird.

Eine neue Art von Plandrehbänken sind die horizontalen Plandrehbänke, von denen eine in Tafel VI dargestellt ist. Für schwere, dicke Gußstücke, wie es die Magnetgestelle der Dynamomaschinen sind, genügen die gewöhnlichen Plandrehbänke nicht mehr, während die liegende Planscheibe *a* dieser Maschinen ein schnelles und bequemes

Aufspannen gestattet und die Führung der Planscheibe in der ringförmigen Nut *c* einen ruhigen Gang sichert. Den Antrieb erhält die Planscheibe von einer sechsstufigen Scheibe *d* über die Zahnräder *e f g h i k l m n* und *o*. Über dem Tische ist ein starker Querträger *p* an kräftigen Seitenständern senkrecht verschiebbar angeordnet; die Verstellung erfolgt von der Welle *w* und dem Zahnrade 7 aus über die Kehrräder 8 8'; ferner 9, 10, 11, 12 und 13 auf die beiden Schrauben 14. Mit dem Handhebel 15 kann man die Kehrräder 8 8' einstellen, so daß der Querträger *p* entweder gehoben, gesenkt oder zum Stillstand gebracht werden kann.

Auf dem Querträger sind zwei Supporte angeordnet, deren lange Vertikalschlitten mit einem Kettenzuge und dem Gegengewichte *q* ausgewogen sind. Die Schaltbewegung kommt von der Welle *r* über die plane Reibungsscheibe *s* und die von Hand einstellbare Lederscheibe *t* auf die genutete Spindel *u*, von wo durch Schnecken und Zahnräder eine oder zwei von den vier Schaltspindeln 1, 2, 3 und 4 angetrieben werden.

Die Maschine erhält den Antrieb entweder von der Transmission oder, wie es in Tafel VI dargestellt ist, von einem Elektromotor *v*, der mittels des Vorgeleges *x y* und der Welle *w* auf die Gegenstufenscheibe *z* arbeitet.

Der Spurzapfen der Planscheibe läßt sich von der Handspindel 5 aus über die Zahnräder 6 und 7, die Schraube 8 durch den Keil 9 genau einstellen. Die Ringnut *c* kann ein abwechselbares Futter erhalten.

d) Revolverdrehbänke.

Für die Herstellung von Massenartikeln ist es vorteilhaft, auf dem Support mehrere hintereinander zur Wirkung kommende Messer gleichzeitig einzuspannen und durch eine Drehvorrichtung selbe nacheinander in die richtige Stellung zum Werkstück zu bringen. Der z. B. sechs Messer tragende Drehteil heißt Revolverkopf. Eine neue Bauart zeigt Fig. 421.

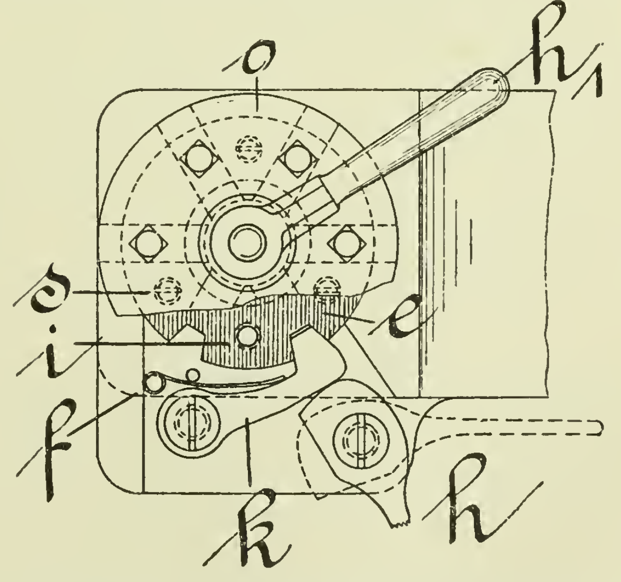


Fig. 421. Ch. Taylors Ein- und Ausklinkung des Revolverkopfes.

Die mit dem Revolverkopfe *o* mit drei Schrauben *s* und einem Stifte *i* verbundene Klinkenscheibe *e* wird durch die Klinke *k* festgehalten, indem ein Handhebel *h* letztere

in eine der Auskerbungen eindrückt. Bringt man den Hebel *h* in die punktierte Lage, so drückt die Feder *f* die Klinke nach außen und der Revolverkopf kann mit dem Handhebel h_1 weitergedreht werden.

Eine besonders in Automobilwerken, Geschoßfabriken und ähnlichen zum Bearbeiten von Hohlgußstücken viel und mit großem Vorteil verwendete Revolver-Dreh- und Bohrbank von der Maschinenfabrik-Aktiengesellschaft „Vulkan“ in Wien, zuerst von der Gisholt Maschinen-Komp. in Madison in Nordamerika als alleinige Spezialität gebaut, zeigt Tafel VII und VIII. Auf der hohlen Spindelwelle *i* sitzt lose eine dreistufige Riemenscheibe *r*, die beim Einrücken der Reibungskupplung *u* unmittelbar mit der Spindel gekuppelt wird. Will man mit Vorgelege arbeiten, so rückt man die Kupplung *v* ein, so daß die Spindel den Antrieb von der Stufenscheibe *r* über die Zahnräder $a/b \cdot c/d$ erhält. Das Ein- und Auskuppeln von *u* und *v* erfolgt mit dem Handhebel *h*; stellt man diesen in die gezeichnete Mittelstellung, so sind beide Kupplungen *u* und *v* ausgerückt und man kann mit dem Handhebel h_1 die Vorgelegswelle *w* so weit nach rechts schieben, daß *c* außer Eingriff kommt; der kleine Zahnkolben *e* greift dann in das Zahnrad *f* ein; hiedurch erhält die Spindel ihren langsamsten Antrieb. Der Spindel können somit neun verschiedene Geschwindigkeiten erteilt werden. Indem das Deckenvorgelege *g* entweder mittels offenen Riemens *o* oder gekreuzten Riemens *p* angetrieben wird, je nachdem man mit dem Handhebel h_2 die rechte oder linke Reibungskupplung einrückt, kann die Drehrichtung der Spindel *i* in jedem Augenblicke geändert werden. Eine dritte Antriebscheibe *q* ermöglicht eine weitere Änderung der Spindelgeschwindigkeit.

Auf dem kräftigen Drehbankbett ist links ein viereckiger Revolverkopf mit selbsttätigem Längs- und Plangang und selbsttätiger Abstellung mittels der verstellbaren Anschläge *x* und *y* angeordnet. Der Revolverkopf ist um die hohle Säule *s* drehbar und kann mit dem Handhebel h_3, der mit der Schraube *z* aus einem Stücke ist, ausgehoben, dann beliebig gedreht und wieder gesenkt werden. Das den Querschlitten führende Lineal *l* dient zum Konischdrehen.

Rechts von dem viereckigen Revolverkopfe ist noch ein sechseckiger angeordnet, welcher der leichteren Handhabung wegen und um vorn für die Hebel Platz zu gewinnen, schräg gestellt ist und ebenfalls selbsttätigen Längsgang besitzt. Den sechs Stellungen entsprechend sind sechs verstellbare Anschläge *m* vorhanden. Damit man diesen Revolverkopf zum Zwecke der Verdrehung schnell seitwärts verschieben kann, ist nebst der Leitspindel 1 und der Zugspindel 2 noch eine Spindel 3

vorhanden, die von einem eigenen Deckenvorgelege 4 mittels der Riemenscheiben 5 und 6 und der Zahnräder 7 und 8 angetrieben wird und mit zweierlei Gewinde, einem rechtsgängigen und einem linksgängigen, ausgestattet ist. Je nachdem man den Handhebel 9 nach vor- oder rückwärts stellt, rückt ein Zahn die Friktionskupplung für das rechte oder linke Muttergewinde ein und der Revolverkopf wird schnell seitwärts, nach rechts oder links, verschoben.

Eine kleine Kapselpumpe 10, die von einer eigenen Riemenscheibe 11 vom Deckenvorgelege 4 angetrieben wird, treibt das Öl zum Einschmieren und Kühlen der Werkzeuge durch die Rohrleitung 12 bis an die betreffende Stelle; das abfließende Öl wird von den Trögen 13 aufgefangen und in den Sammelbehälter 14 geleitet.

Die Einzelheiten der Spindellagerung können aus den Zeichnungen entnommen werden. Die Wechselräder der Leitspindel 1 und der Zugspindel 2 erhalten den Antrieb von der Spindel *i* durch das Zahnrad 15.

In der Fig. 422 ist das eigentümliche Schaltgetriebe schematisch dargestellt; 15 treibt über das Zwischenrad 16 auf 17, von wo die Bewegung mit den Kehrrädern 18 18′ 19 auf eine stehende Spindel übertragen wird, die vier Stirnräder mit 40, 30, 20 und 12 Zähnen trägt. In diese vier Stirnräder greifen vier andere mit 20, 30, 40 und 48 Zähnen ein, die lose auf einer Hohlspindel 20 sitzen und von denen eines durch einen verschiebbaren Keil mit der Hohlspindel gekuppelt werden kann (vgl. Fig. 418). Der Keil läßt sich mit der Spindel 21 höher oder tiefer stellen, je nachdem man den Handhebel 22 einstellt. Die Hohlspindel treibt dann mit der Schnecke 23 das Schneckenrad 24 auf der Leitschraube. Die Maschine wird in fünf Größen gebaut u. zw. mit 3—5 Zoll Steigung der Leitschraube. Das Zahnrad 17 ist ein Wechselrad; es ergibt sich die Anzahl der geschnittenen Schraubengänge pro engl. Zoll bei

	40	45	50	55	60	65	70	Zähnen des Rades 17
mit	4	4½	5	5½	6	6½	7	je nach der Stellung des Hebels 22.
	8	9	10	11	12	13	14	
	16	18	20	22	24	26	28	
	32	36	40	44	48	52	56	

Eine noch langsamere Schaltung ist erreichbar, wenn man mit dem Knopfe 25 wiederum einen Keil verschiebt und hiedurch das Wechselrad 17 löst, dagegen das Schneckenrad 29 einkuppelt. Es erfolgt dann der Antrieb von 15 über 16 auf das Räderpaar 26, 27, die Schnecke 28 und das Schneckenrad 29, von wo die Bewegung wiederum mit den Kehrrädern 18, 18′, 19 auf eine stehende Spindel

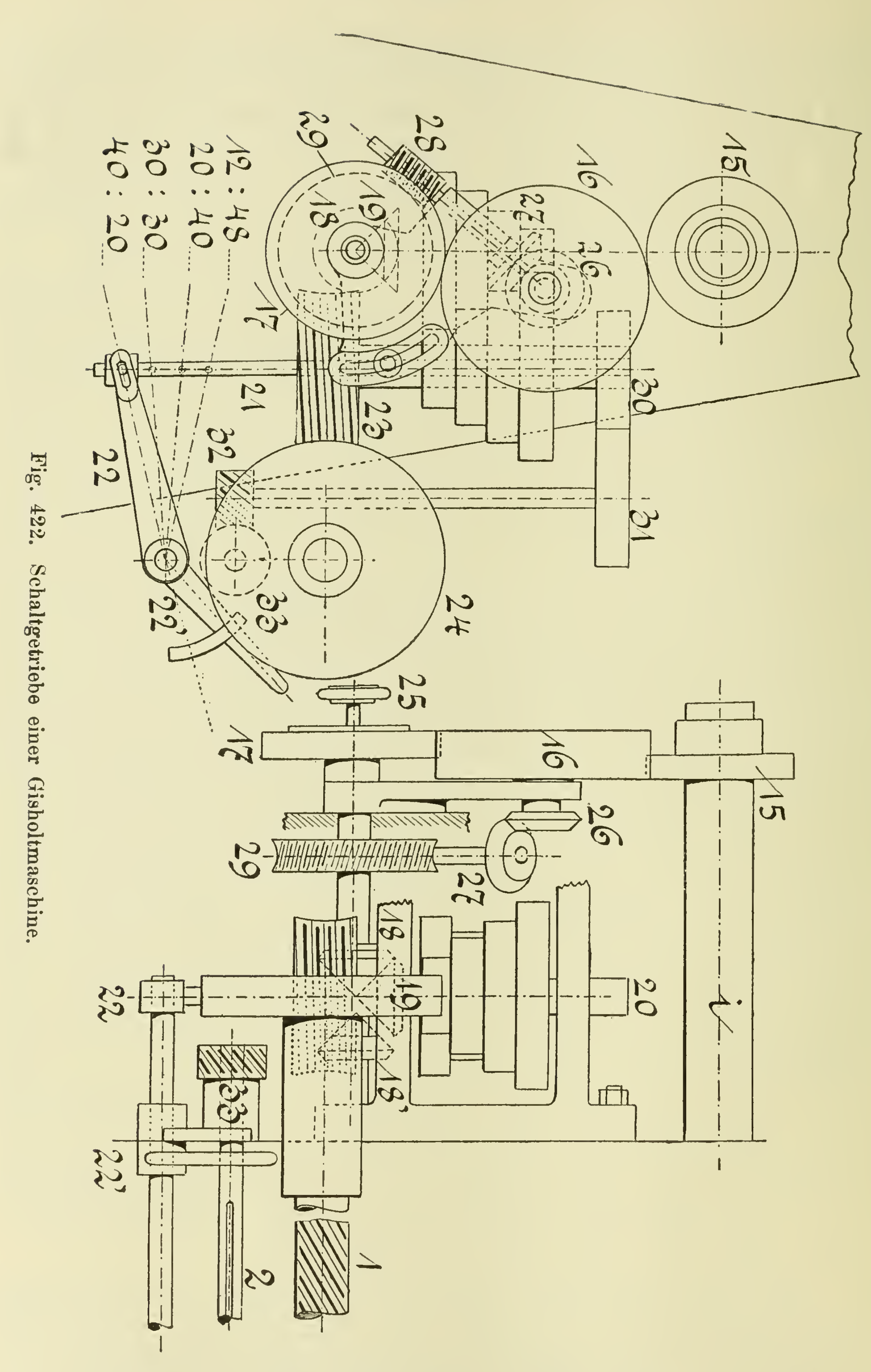


Fig. 422. Schaltgetriebe einer Gisholtmaschine.

u. s. w. übertragen wird. Die genutete Zugspindel dient nur für die Querbewegung des viereckigen Revolverkopfes; sie erhält den Antrieb von der Hohlspindel 20 über die Stirnräder 30, 31 und die

Schraubenräder 32, 33. Mit einem Handhebel kann man die Querschaltung entweder abstellen oder nach vor- oder rückwärts erfolgen lassen, je nachdem man mit dem Hebel ein Kehrzeug einstellt.

Das Gewinde der Leitspindel ist viergängig und hat eine sehr große Steigung (3—5″), so daß sich beim Langzug des Schlittens die Spindel nur sehr langsam dreht. Die Leitspindel hat eine lange Mutter 35 (Fig. 423) mit dem Kegelrade 36, das von dem Kegelrade 37 mit dem Handrade 38 gedreht werden kann. Somit läßt sich der Langschlitten mit dem Handrade 38 schnell einstellen. Dreht sich die Leitspindel, so wird infolge der großen Steigung derselben die Mutter 35, sohin auch das Räderpaar 36, 37 und das Handrad 38 mitgedreht,

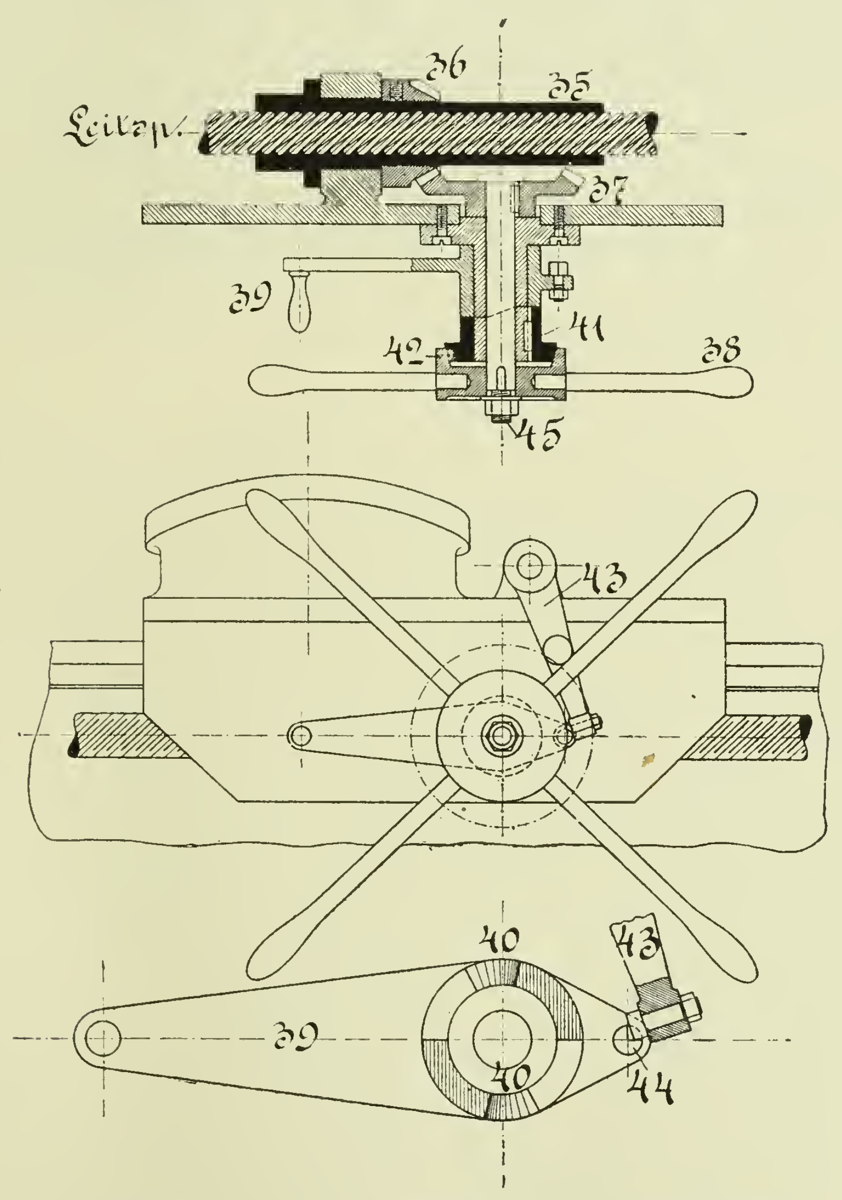


Fig. 423. Ein- und Ausschaltung des Langzuges.

während der schwere Langschlitten mit dem Revolverkopfe stehen bleibt. Sobald man aber den Handhebel 39 rechtsum dreht, wird durch die schrägen Flächen 40 der Reibungskegel 41 in den Hohl-

kegel 42 des Handrades 38 hineingedrückt und hiedurch das letztere so viel gebremst, daß sich nunmehr die Leitschraube in der Mutter 35 dreht und den Schlitten weiterbewegt. Eine Klinke 43 hält den Hebel 39 an der Nase 44 fest; durch einen am Drehbankbett verstellbaren Anschlag kann die Auslösung dieser Klinke, somit die Abstellung der Schaltbewegung selbsttätig (automatisch) erfolgen. Eine Schraube 45 ermöglicht die genaue Einstellung der Reibungskegel 41, 42 gegeneinander.

Den viereckigen Revolverkopf verwendet man beim Gewindeschneiden, Plandrehen und bei Dreharbeiten, die man mit dem anderen Revolverkopfe nicht verrichten könnte.

In Fig. 424 ist die Maschine dargestellt, wie sie zum Abdrehen eines Zahnrades eingegestellt ist. Sie dient, wie erwähnt, zur Massenbearbeitung größerer Gußteile, für Pumpen, Motorräder, Kupplungen, Ventile u. s. w., und leistet bei größter Genauigkeit das Drei- bis Zehnfache einer gewöhnlichen Drehbank. Eine Hauptbedingung hiebei ist gutesWerkzeug, welches dem Dreher vom Werkzeugmacher beigestellt werden muß, damit der Dreher mit der Instandhaltung des Werkzeuges keine Zeit versäumt.

e) Räderdrehbänke.

Eine eigentümliche Bauart zeigen die Drehbänke, welche zum Abdrehen der Radkränze von Räderpaaren dienen, bei denen beide Radreifen (Tyres) zu gleicher Zeit abgedreht werden. Die in Tafel IX dargestellte Maschine hat ein auf dem Fundament aufruhendes, langes Bett *a*, auf dem zwei Spindelstöcke *b* festgeschraubt sind. Die starken, hohlen, gußeisernen Spindeln *c* tragen die Planscheiben *d*.

Jede der beiden Spindelstockspitzen läßt sich wie bei einem Reitstocke mit einem Handrade *e* verschieben. Der Antrieb ist in den linken Spindelstock eingebaut und erfolgt von der vierstufigen Scheibe *f* über das ausrückbare Vorgelege *g*—*h*—*i*—*k*, ferner über die Räder *l* und *m* auf die lange Welle *n*, welche mittels der Kolben *o* die an den Planscheiben befestigten Zahnkränze *p* entsprechend schnell in Drehung versetzt. Zum gleichzeitigen und schnellen Abdrehen beider Radkränze sind vier Supporte vorhanden, die sich zwischen den beiden Planscheiben durch Drehen der Zahnkolben *q*, die in die Zahnstangen *r* eingreifen, beliebig einstellen lassen. Man arbeitet gleichzeitig mit vier Werkzeugen Die Supporte *s* haben einen gewöhnlichen Drehteil, Lang- und Querschlitten, die Supporte *t* hingegen einen Querschlitten *u* und einen darüber befindlichen Schlitten *v* mit Rundführung, um der am Radkranze befindlichen Wulst die richtige Form zu geben. Die selbst-

tätigen Schaltbewegungen werden von den Spindeln *c* abgeleitet, indem die Zahnräder *x y* je eine Kurbelscheibe *z* treiben, die mittels Ketten 1 und 2 die Ratschenhebel *w* betätigen, welche entweder auf die Schraube des Langschlittens oder des Querschlittens oder auf die

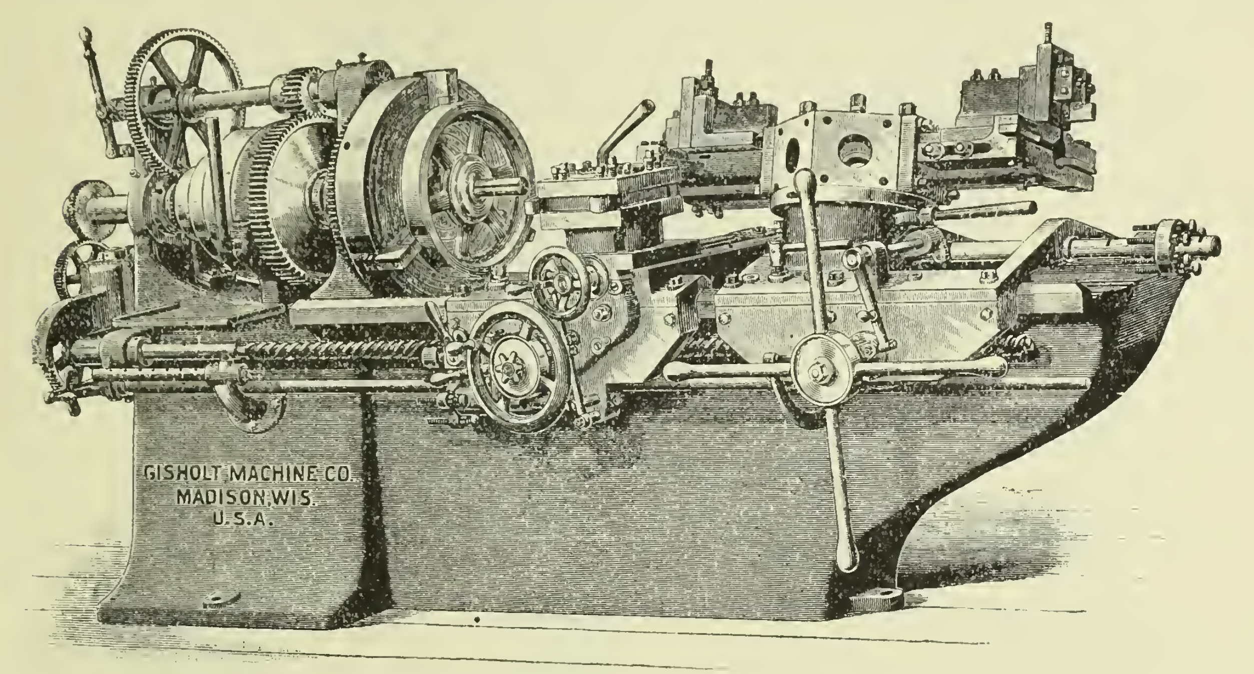


Fig. 424. Revolverdrehbank von Gisholt.

Schneckenspindel des Schlittens *v* aufgesteckt werden. Die Maschine beansprucht bei 1100 *mm* Spitzenhöhe beim Leerlauf $1^1/_2$, bei voller Leistung $5^1/_2$ PS.; man kann darauf in zehn Stunden fünf neubandagierte Radsätze fertig bearbeiten.

f) Fassondrehbänke.

Hat man auf der Drehbank Fassonstücke zu bearbeiten, so benützt man entweder Fassonmesser oder nur einfache Drehstähle; bei deren Verwendung muß man mit einer Blechschablone stets nachmessen. Viel schneller gelangt man bei größeren Formstücken, wie beim Spurkranz der Eisenbahnwagenräder, bei Pleuelstangen, Kreuzköpfen u. s. w., zum Ziele mit besonderen Einrichtungen von Drehbänken, wie eine solche in Fig. 425 im Aufriß und Grundriß dargestellt ist. In der Vertiefung zwischen den zwei Wangen des Drehbankbettes wird die beliebig lange Schablone 17 befestigt, die eine dem herzustellenden Profil entsprechende Nut enthält, in welcher der Kopierstift 16 gleitet. Auf der Achse des Kopierstiftes sitzt ein kleines Zahnrädchen 14, welches in die Stifte 15 wie in eine Zahnstange eingreift. Von der pendelnden Nutenwelle 1 wird mittels der Kegelräder 2 und 3, eines Hebels, einer Zugstange, einer Sperrklinke und eines Sperrades die Schnecke 11 ruckweise gedreht und hiedurch das auf

der senkrechten Spindel 13 sitzende Schneckenrad 12. Indem nun das Rädchen 14 längs der Zahnstange 15 weitergreift, wird der Stift 16 in der Nut fortbewegt, somit auch der Drehstahl in gleicher Weise verschoben. Der Schlitten 18 verschiebt sich hiebei auf dem Dreh-

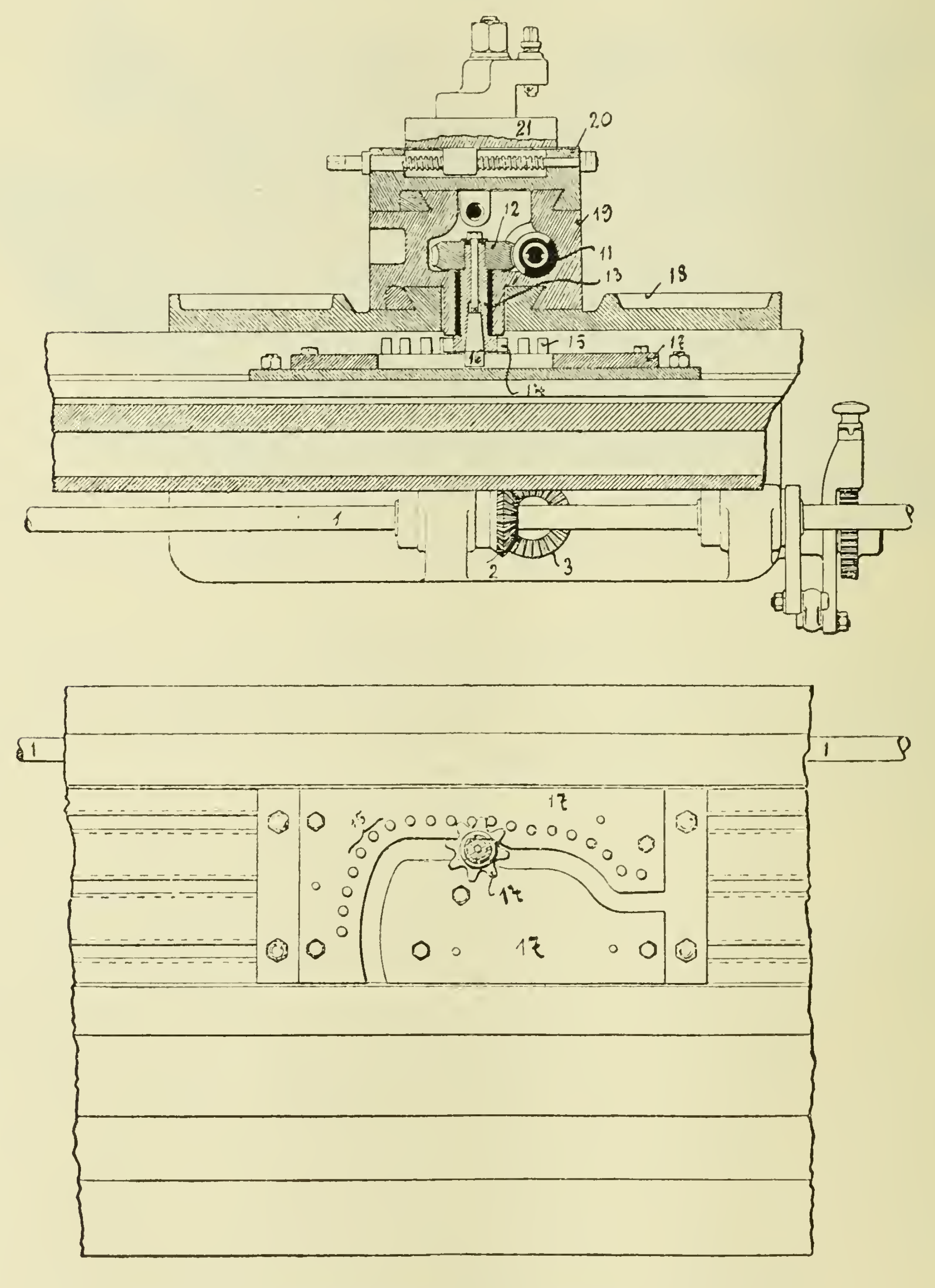


Fig. 425. Fassondrehbank von E. Köhler in Chemnitz.

bankbett in der einen Richtung, der Querschlitten 19 aber senkrecht darauf. Oben sind noch zwei Handsupporte 20 und 21 zum Einstellen des Drehstahles aufmontiert.

g) Pittlers Drehbank.

Eine neue Bauart von Drehbänken ist von W. v. Pittler konstruiert worden und findet wegen der vielseitigen Verwendbarkeit besonders in den Werkstätten der Mechaniker viel Verwendung.

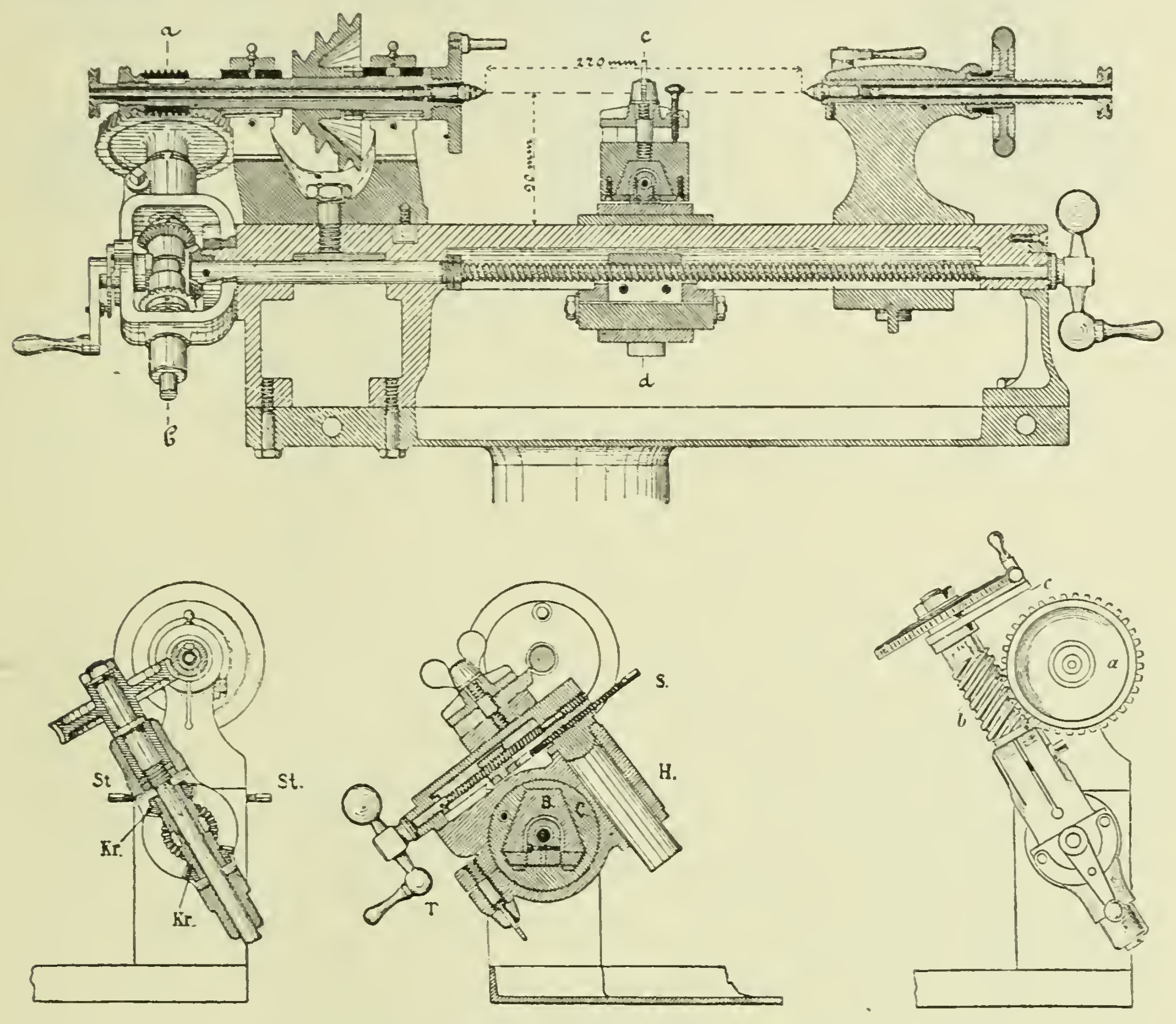


Fig. 426. Pittlers Drehbank.

Fig. 426 zeigt die Maschine im Längsschnitt, die Fig. 427, 428 und 429 das Drehbankbett im Querschnitt mit verschiedenen Supportstellungen. Infolge des eigenen Bettquerschnittes gehört die Maschine zu den „Prismendrehbänken", im Gegensatze zu den vorher beschriebenen „Wangendrehbänken".

Das Bett hat einen trapezförmigen Querschnitt und ist in der kleinen Ausführung auf einer Säule montiert. In der Aussparung ist die Leitspindel gelagert, so daß der Bettschlitten im Mittel gefaßt wird. Der Bettschlitten erhält auf den breiten Trapezflächen eine sichere Führung und wird selbst bei etwaiger Abnützung nicht wackelig. Auf dem Bettschlitten ist ein Ring festgeklemmt, der eine seitliche Querbohrung enthält, in welcher der runde Zapfen des Quersupports in beliebiger Stellung festgeklemmt werden kann.

Auch die Querschlittenführung besitzt trapezförmigen Querschnitt. Die Leitschraube wird von der hohlen Drehspindel mit Schnecke und

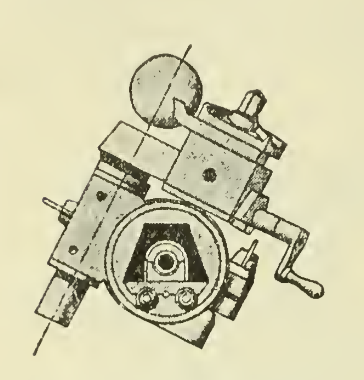


Fig. 427. Kugeldrehen.

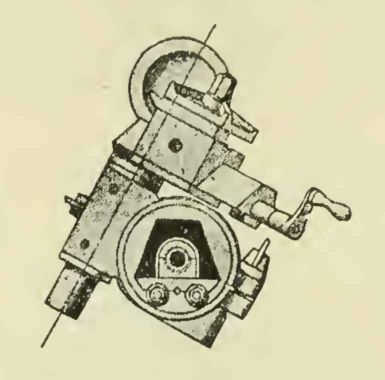


Fig. 428. Hohlkugeldrehen.

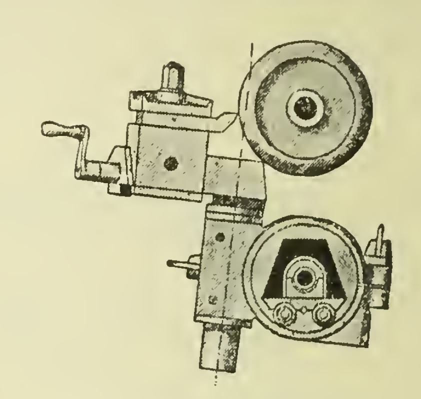


Fig. 429. Wulstdrehen.

Schneckenrad, beide wechselbar, angetrieben. Die Umkehrung der Leitschraubenbewegung wird durch das links ersichtliche Kehrzeug mittels Drehung einer Handkurbel bewerkstelligt.

h) Ovaldrehbänke.

Zum Drehen und Drücken elliptischer Formen dient der Ovalwerkspindelstock (Fig. 430). Auf der Drehbankspindel *s* sitzt eine Scheibe *S*. An der Vorderdocke *v* läßt sich ein Ring *R* um ein beliebiges Stück *e* exzentrisch zur Drehbankspindel einstellen und festschrauben. Auf der Scheibe *S* wird ein Schieber *J* in einer geschlossenen Prismenführung geführt. An dem Schieber *J* sind mittels der Schrauben *i* die beiden Backen *b* festgeschraubt, die, hinter der Scheibe *S* angeordnet, den festen, exzentrisch gestellten Ring *R* tangieren; bei der Rotation der Drehbankspindel und der Scheibe *S* wird somit der Schieber *J* außer der Drehbewegung auch eine geradlinige Bewegung machen. Wird nun auf der Schraube *K* mit Hilfe eines Klemmfutters ein Arbeitsstück befestigt, so macht auch dieses die doppelte Bewegung. Wird dem rotierenden Arbeitsstücke allmählich ein Drehstahl genähert, so nimmt dieser zuerst nur an jenen Stellen des Arbeitsstückes einen Span weg, welche in der Richtung der geradlinigen Verschiebung liegen, bis schließlich beim weiteren Vorschub der Drehstahl auf dem ganzen Umfange des Arbeitsstückes in einer elliptischen Linie einen Span nimmt.

Weil diese Ovaldrehbänke auch zum Drücken dienen, wobei ein starker achsialer Druck gegen die Spindel *s* ausgeübt wird, sind die Konusse der beiden Zapfen in der Vorder- und Hinterdocke so gestellt, daß beim etwaigen Nachgeben oder Abnützen der zentralen Druckschraube *t* kein Verreiben und Festsitzen der Drehbankspindel in den Lagern eintreten kann.

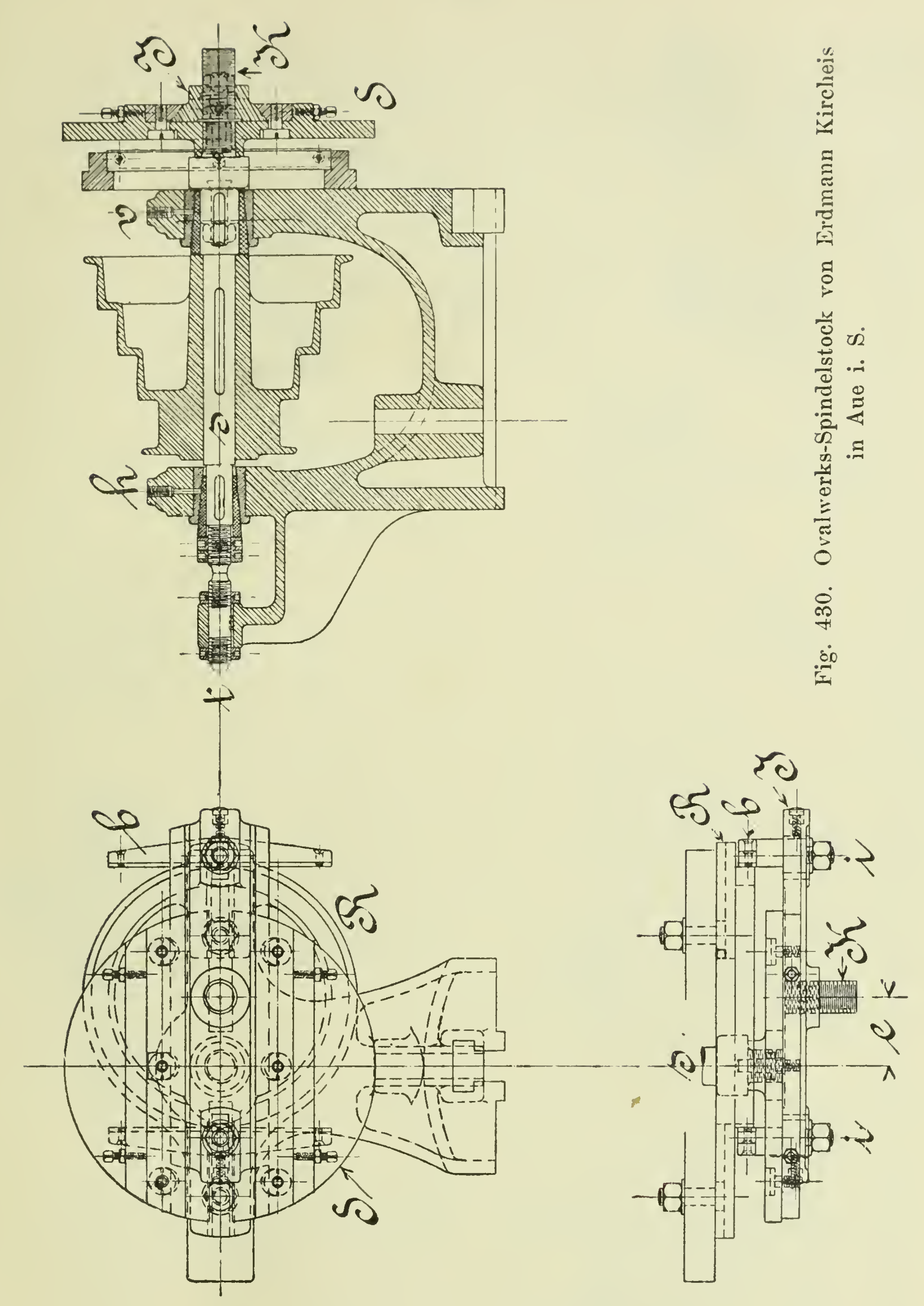


Fig. 430. Ovalwerks-Spindelstock von Erdmann Kircheis in Aue i. S.

i) Schnelldrehbänke.

Neuerer Zeit wird vielfach mit Vorteil Schnelldrehstahl verwendet, mit dem man bis zu 60 *m* minutliche Schnittgeschwindigkeit erzielt. Die hiebei verwendeten Drehbänke müssen von eigenartiger, kräftiger Bauart sein; so beanspruchte eine Schnelldrehbank von Tangye 65 PS; sie nahm hiebei einen Span von 6 *mm* Dicke und 29 *mm* Breite bei 24 *m* minutlicher Schnittgeschwindigkeit. Indem diese neuen Drehbänke auch für gewöhnliche Stähle mit gewöhnlichen Schnittgeschwindig-

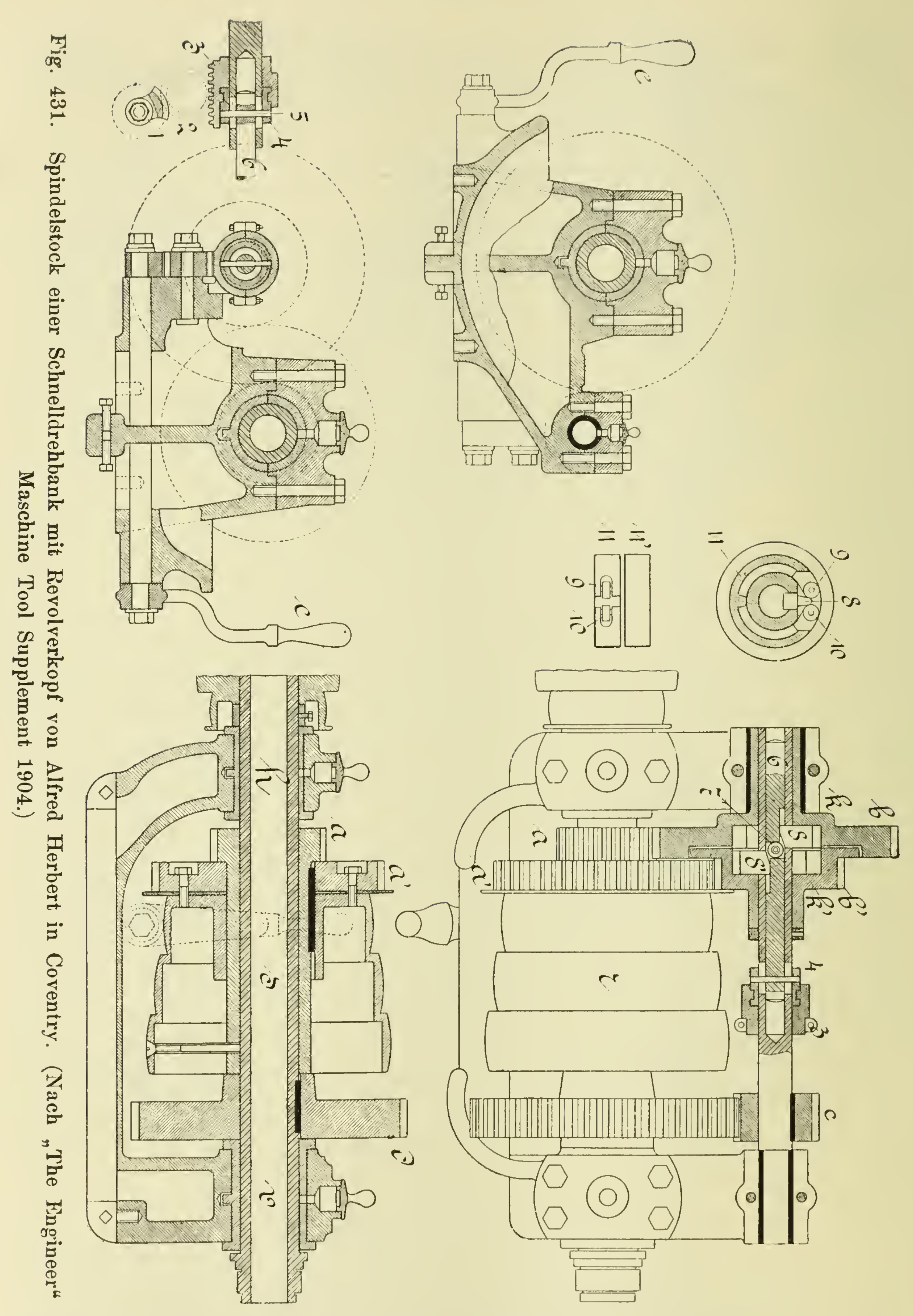


Fig. 431. Spindelstock einer Schnelldrehbank mit Revolverkopf von Alfred Herbert in Coventry. (Nach „The Engineer" Maschine Tool Supplement 1904.)

keiten, wie z. B. beim Gewindeschneiden, arbeiten sollen, so ist die Zahl der nötigen Geschwindigkeitsänderungen doppelt, ja selbst dreimal so groß, wie bei den gewöhnlichen Drehbänken.

Folgende Beispiele werden die diesbezüglichen Verhältnisse klarlegen. In Fig. 431 ist ein Spindelstock, für Bolzendreherei eingerichtet,

dargestellt. Äußerlich erscheint er als ein gewöhnlicher Spindelstock mit doppeltem Vorgelege; doch zeigt er wesentliche Unterschiede, vermag auch die doppelte Kraft auszuüben. Die Spitzenhöhe beträgt 200 *mm*. Die Stufenscheibe *r* läuft auf der Spindel immer lose und trägt zwei Zahnräder *a* und *a'*, welche die Bewegung auf zwei andere Stirnräder *b* und *b'* übertragen, die lose auf der Vorgelegswelle laufen. Eines der Stirnräder *b* oder *b'* kann mit der Welle durch eine der Reibungskupplungen *k* oder *k'* gekuppelt werden. Die zwei Kupplungen werden von dem Hebel *e* vorn am Spindelstock betätigt, u. zw. durch einen Quadranten 1, ein Zwischenrad 2 und eine Zahnstange 3. Die Zahnstange ist zu einer zweiteiligen Hülse ausgebildet, welche mit einem Ringfalz die Hülse 4 übergreift. 4 trägt einen Querstift 5, der auch durch die im Innern der Vorgelegswelle befindliche Stange 6 hindurchreicht. 6 trägt eine Rolle 7, mit der die Keilstücke 8, 8' nach außen gedrückt werden. Die Keilstücke drücken je zwei Rollen 9, 10 auseinander, die an den Enden des Bremsringes 11 sitzen; es wird somit die Kupplung in dem einem Rade *b* oder in dem andern *b'* eingerückt, je nachdem man mit dem Handhebel *e* die Stange 6 nach links oder nach rechts verschiebt. In der Mittelstellung des Hebels ist die Drehbank ausgerückt. Die Vorgelegswelle hat also zwei Geschwindigkeiten für jede Geschwindigkeit des dreistufigen Riemenkonus; da das Deckenvorgelege drei Geschwindigkeiten hat, so werden deren achtzehn erreicht. Die Vorgelegswelle treibt die hohle Drehbankspindel durch einen 30er Kolben *c* und ein 114er Stirnrad *d* mit unveränderlicher Übersetzung. Daraus ergibt sich folgende Geschwindigkeitstabelle:

Rädervorgelege Übersetzung	$\frac{49}{95} \cdot \frac{114}{30} = 1{\cdot}96 : 1$									$\frac{100}{44} \cdot \frac{114}{30} = 8{\cdot}636 : 1$								
Deckenvorgelege n =	510			310			190			510			310			190		
Stufenscheibe 11″ 12″ 13″	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Spindelgeschwindigkeit	307·5	260·2	220·2	186·9	158·2	133·8	114·6	96·94	82·02	69·79	59·05	49·97	42·42	35·89	30·37	26	22	18·5
% Abfall		15·4	15·4	15·1	15·4	15·4	14·4	15·4	15·4	14·9	15·4	15·4	15·1	15·4	15·4	14·4	15·4	15·4

Diese 18 eine geometrische Reihe darstellenden Geschwindigkeiten genügen allen Anforderungen sowohl zum Abdrehen von Bolzen bis 50 *mm* Dicke mit Rapidstahl und mit gewöhnlichem Stahl, als auch zum Schraubenschneiden.

Bemerkenswert ist sofort der große Durchmesser der kleinen Stufe des Riemenkonus, der so groß ist, als der größte Durchmesser der Stufenscheibe so mancher gewöhnlichen Drehbank von dieser Spitzenhöhe; dadurch behält der Riemen auch auf der kleinen Scheibe des Deckenvorgeleges die nötige Geschwindigkeit, um die erforderliche Arbeitsleistung zu übertragen. Indem das Rädervorgelege stets eingerückt bleibt, ist die Riemengeschwindigkeit doppelt so groß, wie bei einem gewöhnlichen Spindelstock. Die Leistungsfähigkeit dieser Drehbank möge daraus entnommen werden, daß ein Bolzen aus weichem Stahl von 48 *mm* Dicke bei einem Schnitt auf 20 *mm* Dicke abgedreht

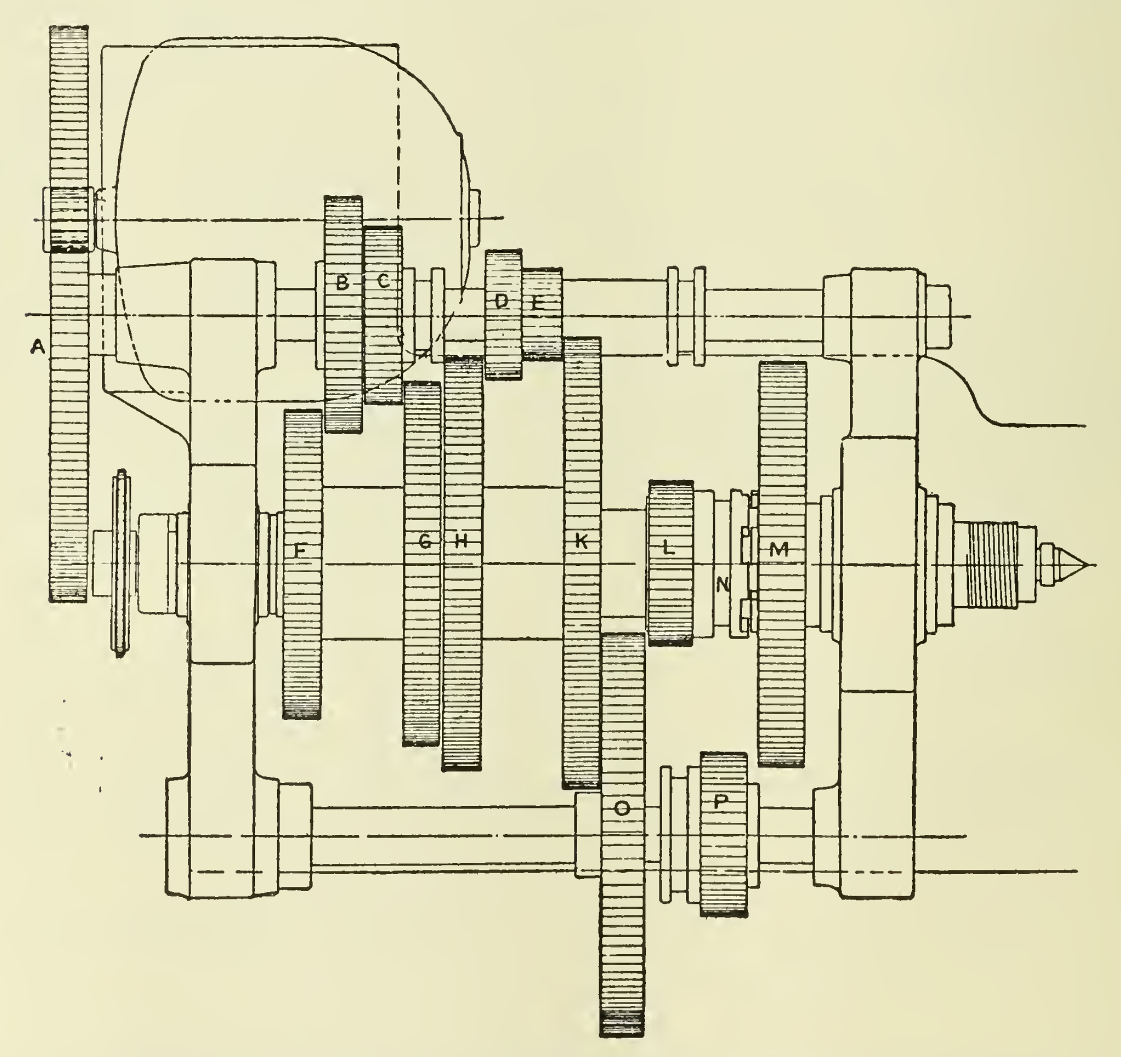


Fig. 432 Spindelstock einer Schnelldrehbank von Joch. Buckton u. Co. in Leeds. (Nach „The Engineer" Machine Tool Suppl. 1904.)

wurde bei 104 minutlichen Spindeldrehungen und 118 *mm* minutlichem Vorschub des Rapidstahles, der einen Querschnitt von 25 Höhe und

20 *mm* Breite hatte. Mit gewöhnlichem Drehstahl würde ein Sechstel der Leistung keineswegs gering erscheinen.

Wird die Spitzenhöhe größer als 300 *mm*, so verwendet man überhaupt nicht mehr Stufenscheiben zur Erzeugung der verschiedenen Geschwindigkeiten, weil die notwendige Kraftübertragung zu groß ist. So zeigt Fig. 432 einen elektrisch angetriebenen Spindelstock, der nur Zahnräderübersetzungen hat. Die vier Zahnräder $BCDE$ bilden hier gleichsam einen Stufenkonus und können nach Bedarf mit FGH oder K arbeiten. Indem man noch die Übersetzung $\frac{\mathrm{L}}{\mathrm{O}} \cdot \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{M}}$ einrücken kann, ergeben sich acht verschiedene Geschwindigkeiten. Weitere Geschwindigkeitsänderungen werden vorteilhaft mit dem Elektromotor vorgenommen, so daß also am Spindelstock selbst nur wenige verschiedene Übersetzungen nötig sind.

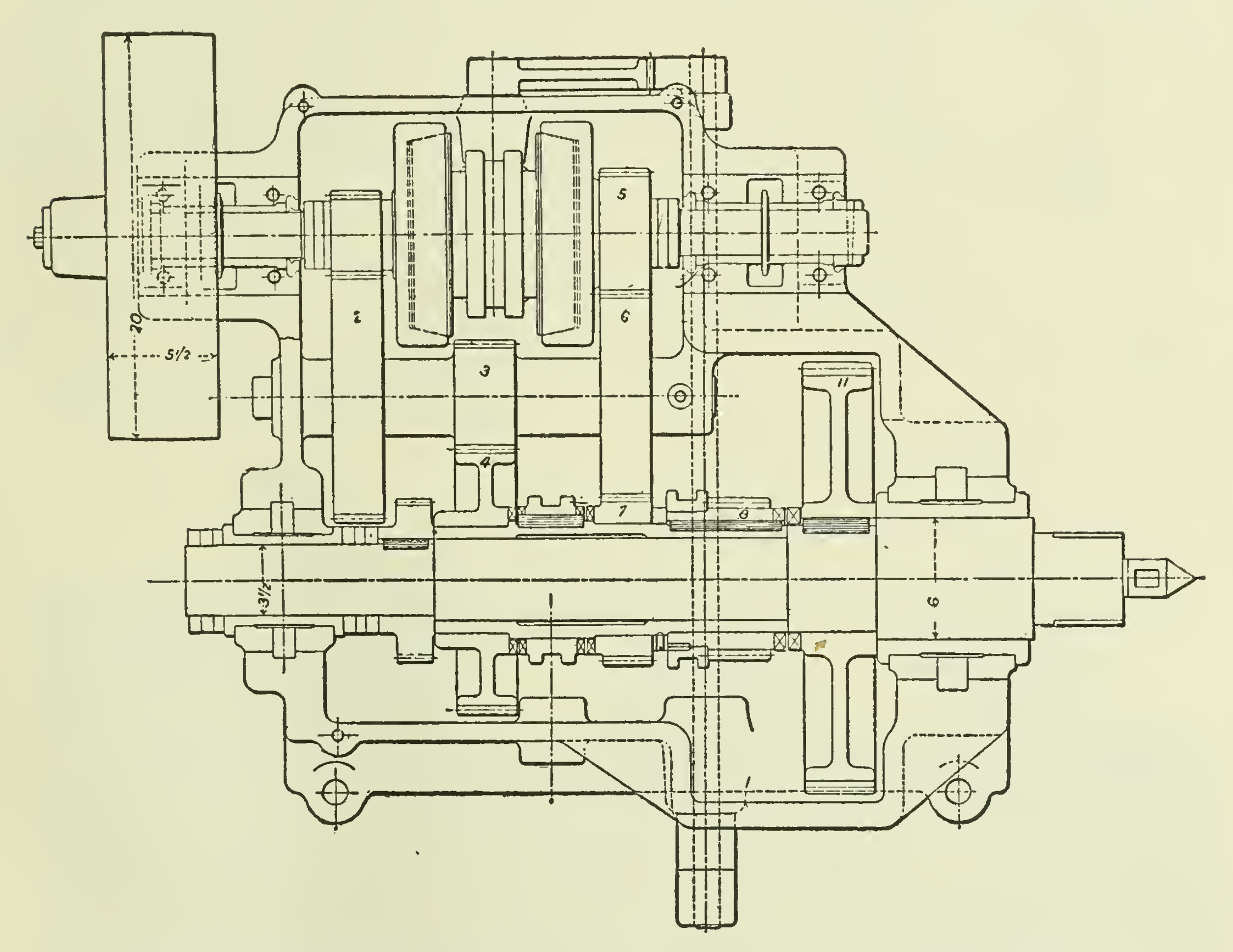


Fig. 433. 12″ Spindelstock der Tangye tool Co. in Birmingham. (Nach „The Engineer“ Maschine Tool Suppl. 1904.)

Fig. 433 zeigt die Draufsicht eines Räder-Spindelstockes mit Antrieb durch eine einfache Riemenscheibe. Verfolgt man den Antrieb vom Deckenvorgelege (Fig. 434) an, so ersieht man, daß letzteres von der Haupttriebwelle mit zwei Riemen entweder mit 440 oder 330

Touren angetrieben wird; indem jedoch noch zwei Räderübersetzungen $\frac{a}{b}$ und $\frac{c}{d}$ angeordnet sind, die abwechselnd durch eine Reibungskupplung *k* eingerückt werden, so erhält man vier Geschwindigkeiten, die man den Riemenscheiben *r* und *s* erteilen kann. Von *s* aus kann man durch die Zahnräder 1, 2, 3.....11

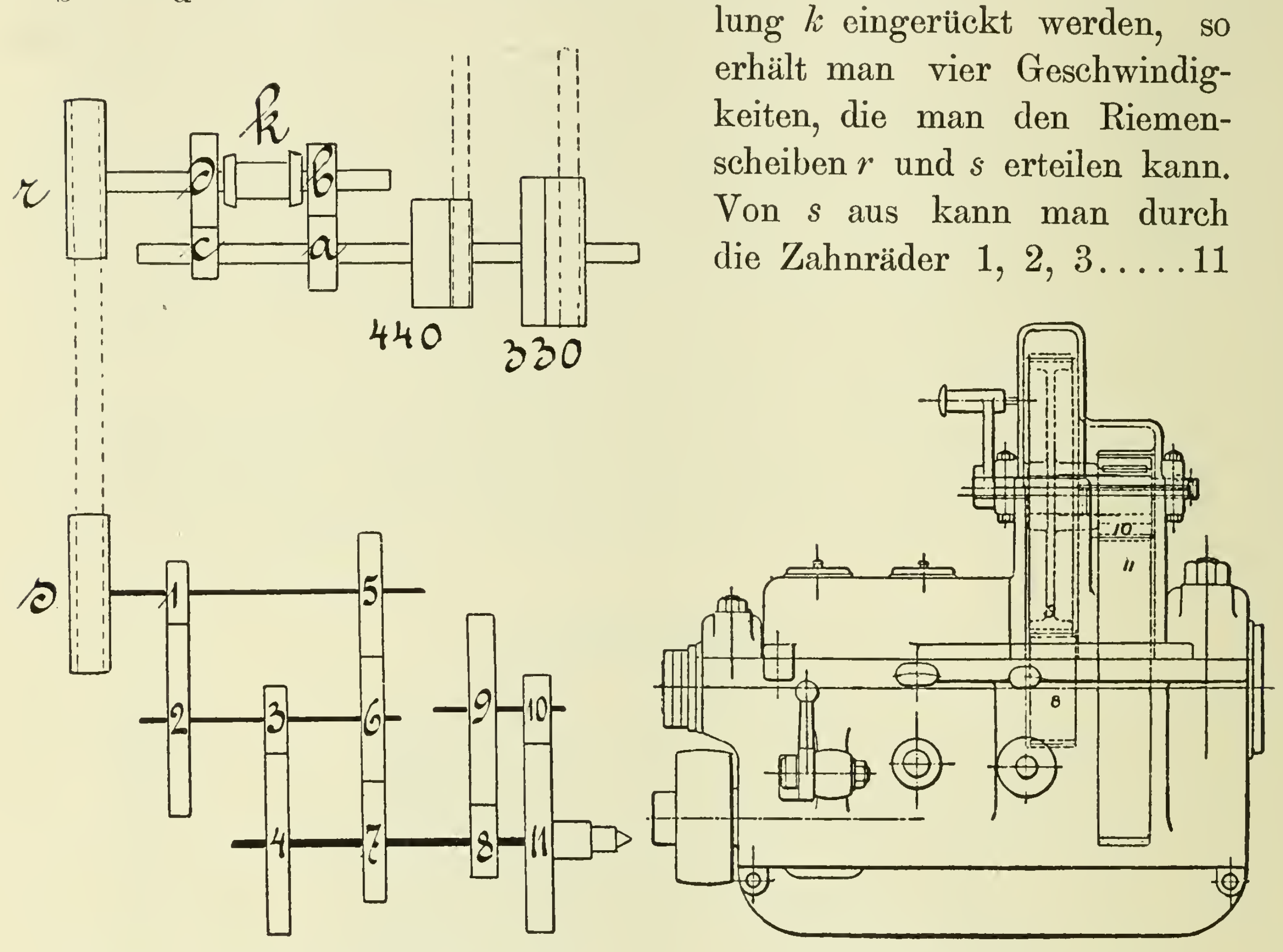


Fig. 434. Räderschema des Tangye-Spindelstockes.

Fig. 435. Tangyes Spindelstock.

auf die Spindel mit acht verschiedenen Übersetzungen arbeiten; so ergibt sich folgende Geschwindigkeitstabelle:

Vorgelegs-Riemenscheibe *r*		Minutliche Umdrehungen			
vermittels der Räder	Über-setzung	440	382	330	287
5—6—7	1·3 : 1	330	286	247	215
1—2—6—7	2·4 : 1	183	159	137	119
5—6—3—4	4·1 : 1	107	93	80	70
1—2—3 - 4	7·4 : 1	59	51	44	39
5—6—7—8—9—10—11	12·7 : 1	34·6	30	26	22·6
1—2—6—7—8—9—10—11	22 9 : 1	19·2	16·6	14·4	12·5
5—6—3—4—8—9—10 - 11	39·2 : 1	11·2	9·7	8·4	7·3
1—2—3—4—8—9—10—11	70·6 : 1	6·2	5·4	4·6	4

Der fünfzöllige Riemen, der die Scheibe *s* treibt, ist im stande, selbst bei bloß 287 minutlichen Drehungen 13 PS.e. zu übertragen. Die

Reibungskupplung zwischen den Rädern 1 und 5 wird von einem Hebel bewegt, der an der Vorderseite des Spindelstockes angeordnet ist; bringt man diesen Hebel in die Mittellage, so ist die Spindel abgestellt. Zwischen 4 und 7 ist eine Zahnkupplung, weil eine Reibungskupplung bei großer Kraftübertragung nicht ratsam wäre. Das Vorgelege 9—10 ist in gewöhnlicher Weise auf einem exzentrischen Schaft oben am Spindelstock angeordnet, wie es Fig. 435 veranschaulicht.

Wenn dieses Vorgelege nicht gebraucht wird, so wird das Rad 8 gegen 11 hin geschoben, um seine Klauen mit denen des Rades 11 in Eingriff zu bringen (Fig. 433). Der in Fig. 436 dargestellte Reitstock ist kräftiger als sonst gebaut, hat eine Spindel von $4^1/_2''$ und wird mit drei starken Schrauben festgehalten.

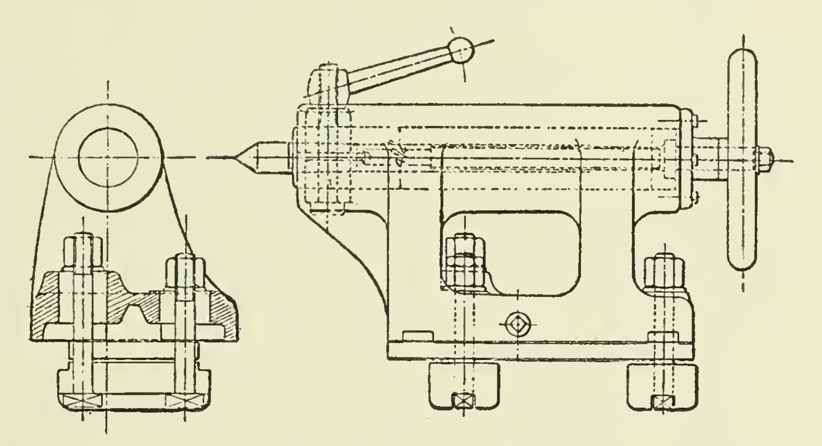


Fig. 436. Reitstock.

Aus dem Schaubilde 437 ist zu ersehen, daß der Antrieb der Zugspindel *z* vom Spindelstock mittels eines breiten Riemens erfolgt.

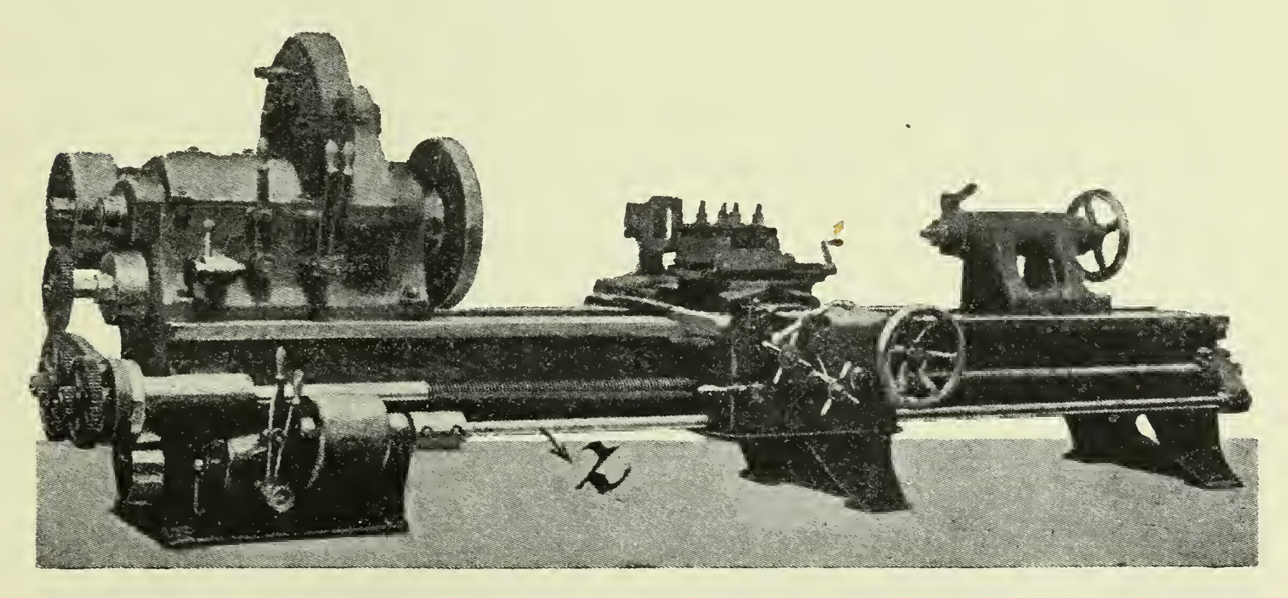


Fig. 437. 12″ Schnelldrehbank der Tangye tool Co.

Das Schaltgehäuse (Fig. 438) enthält sechs Wechsel; drei werden durch einen gleitenden Federkeil erhalten, der durch einen langen Hebel bewegt wird (vergl. Fig. 418); wenn man mit einem kurzen

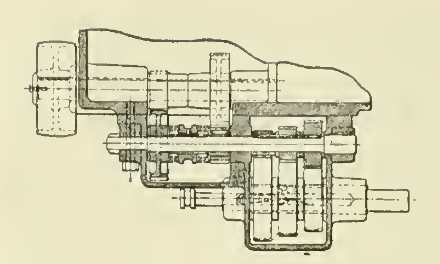


Fig. 438. Tangyes Schaltgehäuse.

Hebel eine Klauenkupplung in die entgegengesetzte Lage bringt, erhält man eine zweite Reihe von drei Wechseln, hiedurch z. B.: 4, $6^1/_2$, 10 und 16, 26, 40 Schnitte auf 1 Zoll.

Gewöhnlich ist das Drehbankbett gekröpft, so daß man Stücke bis zu 42″ Durchmesser bei langsamstem Gange bearbeiten kann.

15. Elektrischer Antrieb der Werkzeugmaschinen.

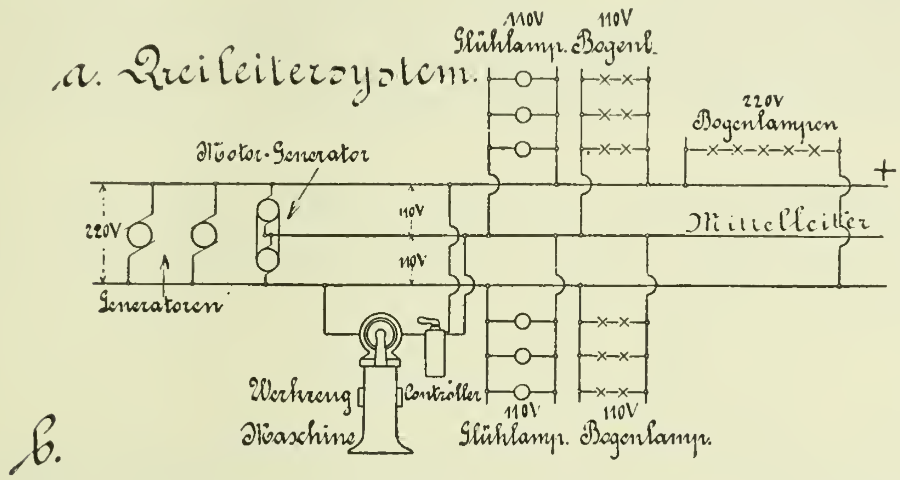
Mit der Einführung des elektrischen Antriebes ist der Bau der Werkzeugmaschinen insofern wesentlich beeinflußt worden, als man am Gleichstrom-Elektromotor ein bequemes Mittel hat, die Geschwindigkeit steigern oder vermindern. Schon bei einem Nebenschlußmotor, der an ein Zweileiternetz angeschlossen ist, läßt sich die Geschwindigkeit in weiten Grenzen ändern; indem man in die Nebenschlußwicklung Widerstand einschaltet, läuft der Motor rascher; wenn man in den Ankerstrom Widerstand einschaltet, läuft er langsamer.

Viel größer wird noch die mögliche Geschwindigkeitsänderung, wenn man die Spannung teilt und einen Mittelleiter einschaltet — also ein Dreileitersystem anwendet — wie es in größeren Beleuchtungsanlagen benützt wird und Fig. 439 *a* zeigt. Die Werkzeugmaschine kann man nun durch einfaches Drehen an der Kurbel des Kontrollers entweder mit 110 Volt oder 220 Volt mit oder ohne Vorschaltewiderstand laufen lassen. Bei dem von der Bullock E.-G. eingeführten System (Fig. 439 *b*) wird die Spannung von 250 Volt in 90 Volt + 160 Volt geteilt; man kann dann den Motor mit drei verschiedenen Spannungen, nämlich mit 90, 160 und 250 Volt, laufen lassen und erhält für den Antrieb z. B. zwölf verschiedene Geschwindigkeiten nach vorwärts um je 20% steigend und neun verschiedene Rücklaufgeschwindigkeiten.

Noch günstiger ist das Vierleiter-Mehrfach-Voltsystem mit den Teilspannungen von 60, 80 und 110, zusammen 250 Volt, indem man in den Motor Ströme von 60, 80, 110, 140, 190 und 250 Volt einleiten kann; man erhält dann nach den Mitteilungen in „The Engineer“ z. B. 26 verschiedene, um je 7% steigende Geschwindigkeiten nach vorwärts, und sechs nach rückwärts.

Damit bei diesen Drei- und Vierleitersystemen in den einzelnen Teilen der Leitung trotz wechselnder Belastung eine gleichmäßige Spannung erhalten bleibt, wendet man noch eine besondere Ausgleichsvorrichtung an. Ist z. B. beim Schema *a* der Motor an den + Außen-

leiter und an den Mittelleiter angeschlossen, so ist diese Seite der Leitung mehr belastet als die zwischen — Außenleiter und dem Mittelleiter. Um diese verschiedene Belastung auszugleichen, sind Ausgleichsmaschinen, Motorgeneratoren, eingeschaltet, d. s. zwei miteinander gekuppelte Dynamo, von denen eine zwischen dem + und Mittelleiter,



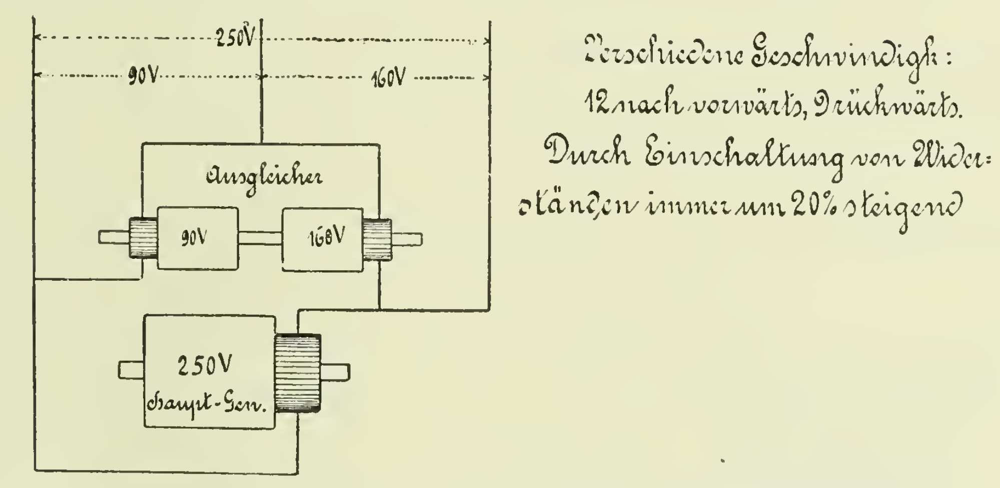


Fig. 439. Elektrischer Antrieb mit verschiedener Geschwindigkeit.

die andere zwischen dem Mittelleiter und der — Leitung angeschlossen ist. Ist nun, wie oben angenommen, die + Leitung mehr belastet, so läuft die an der — Leitung angeschlossene Ausgleichsmaschine infolge der dort herrschenden höheren Spannung als Motor und treibt die an der + Leitung angeschlossene Maschine als Dynamomaschine, die somit einen zusätzlichen Strom erzeugt, der den in der + Leitung fließenden Strom entsprechend verstärkt.

So erfolgt auch der Ausgleich bei dem Schema *b* mit zwei Ausgleichsmaschinen, von denen die eine mit 90 Volt, die andere mit 160 Volt arbeitet.

Bei Verwendung eines solchen Motors entfällt dann das komplizierte Räderwerk in der Werkzeugmaschine, welches sonst nötig ist, um die verschiedenen Geschwindigkeiten zu erreichen.

VI. Werkzeuge zum Abnehmen feiner Späne.

Beim Zusammensetzen einzelner Werkstücke zu einem Ganzen, beim Einpassen und Aufpassen wird es häufig nötig, noch eine dünne Schicht von der Oberfläche wegzunehmen; dies erfolgt vorteilhaft in Form von fadenförmigen, also schmalen und dünnen Spänen. Um hiebei die Arbeit zu beschleunigen, läßt man, wie beim Sägen und Fräsen, eine größere Anzahl kleiner, meißelartiger Schneiden zu gleicher Zeit angreifen.

Soll die Oberfläche überdies noch glatt werden, dann muß man allerdings breite und zugleich dünne Späne nehmen, indem man die Schneidkante schabend wirken läßt.

1. Feilen und Raspeln.

Die Feile ist ein Stahlstab, der an der Oberfläche eine große Anzahl von Schneidkanten besitzt, die durch Einschlagen eines Meißels erzeugt wurden. Letztere Arbeit selbst nennt man das Feilenhauen; man unterscheidet e i n h i e b i g e Feilen, wenn nur eine Gruppe parallel laufender Feilhiebe vorhanden ist, oder z w e i h i e b i g e, wenn man auf den G r u n d h i e b *g*, den man vorher auf einem Schleifstein etwas abstumpft, noch einen zweiten, den ersten kreuzenden Hieb, den A u f h i e b *a* gibt. Fig. 440 zeigt *g* den Grundhieb, der um den Winkel α, etwa 70°, gegen die Achse der Feile geneigt ist, und *a* den Aufhieb, der um den Winkel β, etwa 52°, gegen die Achse schräg steht. Durch die Winkelverschiedenheit wird erreicht, daß die Zahnspitzen, in der Figur ersichtlich gemachte, gewellte Linien, die sogenannten „Schnürchen", bilden, die zur Feilenachse ein kleinwenig schräg stehen, so daß beim Vorschub der Feile jeder Zahn einen feinen Span nimmt und sich nicht in der Furche des vorhergehenden vorbewegt. Die Feile steckt mit ihrer Angel in einem hölzernen Hefte; zu empfehlen ist Wells unzerbrechliches Feilenheft Fig. 441, bei dem die Feile in einem mit Holz ausgefütterten Eisenhefte befestigt ist.

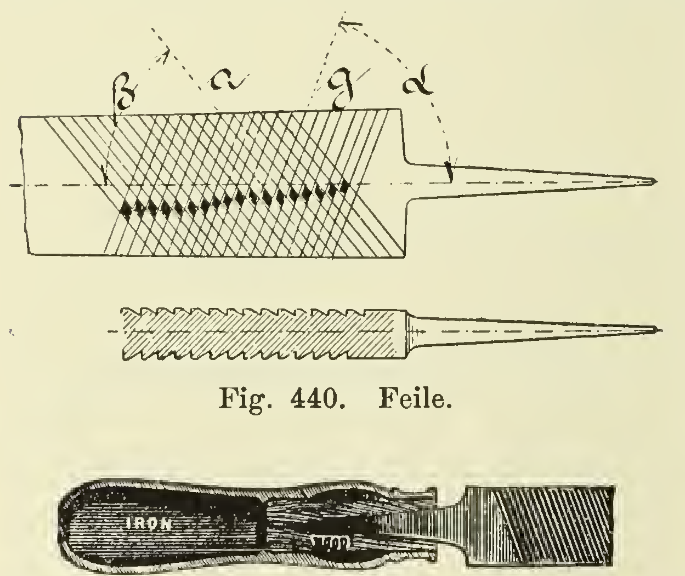


Fig. 440. Feile.

Fig. 441. Wells Feilenheft.

Je nach der Feinheit des Hiebes unterscheidet man Feilen mit grobem Hieb (Grobfeilen), solche mit Mittelhieb (Bastard- oder Vorfeilen) und die mit feinem Hieb (Schlichtfeilen); endlich noch die Feinschlichtfeilen. Die Grobfeilen besitzen auf 1 cm^2 je nach der Länge 64 bis 400 Zähnchen, die Schlichtfeilen bis 1800, die Feinschlichtfeilen bis 7000.

Je nach der Form des Feilenquerschnittes unterscheidet man dreikantige Feilen, vierkantige, flache, runde, halbrunde; ferner Messerfeilen, Vogelzungen u. s. w.

Ist die Feile stumpf geworden, so kommt sie zum Feilenhauer zurück; der Feilenhauer glüht sie zuerst aus und entfernt im noch glühenden Zustand mit einer Art Fräser den alten Feilenhieb. Auf die so glatt gemachte Oberfläche wird ein neuer Feilhieb aufgesetzt, die Feile dann in einen Brei, dessen Hauptbestandteil geröstetes Hornpulver oder Spodium ist, eingehüllt, zur Rotglut erhitzt und durch Eintauchen in Regenwasser gehärtet. Dieses „Aufhauenlassen“ stumpf gewordener Feilen ist eine kostspielige Sache; man sucht daher den Gebrauch der Feilen möglichst einzuschränken, sie durch Schleifen zu ersetzen, beziehungsweise durch genaue Fräsarbeit überflüssig zu machen. Feilenfabriken verwenden jetzt zum Hauen gewisser Feilen Feilenhaumaschinen.

Ist eine Feile mit Feilspänen verlegt, so tröpfelt man etwas Benzol auf und putzt sie mit einer Stahldraht-Kratzbürste.

Die Raspel ist ein der Feile ähnliches Werkzeug der Holzarbeiter, es unterscheidet sich von ihr durch die größere Entfernung der Zähne voneinander.

Um den Hieb herzustellen, benützt man eine körnerartige Stahlspitze, die auf die Oberfläche schräg aufgesetzt und mit einem Hammerschlag eingetrieben wird; hiedurch werden kleine Grübchen eingeschlagen, die an einer Seite scharfkantige Erhöhungen besitzen. Je nach der Feinheit der Raspel kommen auf 1 cm^2 12—60 Raspelzähne.

2. Die Schleifsteine und Schmirgelscheiben.

Die in der Natur vorkommenden Schleifsteine unterscheidet man in grobe und feine, je nach der Größe der aus der Oberfläche vorstehenden Spitzen; ferner ist die Härte des Steines zu beachten, weil im allgemeinen das schleifende Material härter sein muß als der abzuschleifende Körper.

Nach der Größe des Kornes und der Härte teilt man die Schleifsteine in rauhe, halb-linde und linde ein. In erster Linie steht

der Sandstein in Verwendung. Die Sandkörnchen sind mittels Ton, Kiesel oder Kalk miteinander verbunden; man unterscheidet somit Tonsandstein, Kieselsandstein und Kalksandstein. Gewöhnlich werden die Schleifsteine in Form kreisrunder Scheiben, die um eine horizontale Achse rotieren, verwendet. Das Arbeitsstück wird bei kleineren Schleifarbeiten von Hand aus angedrückt; soll das Arbeitsstück kräftig gegen den Stein angedrückt werden, so benützt man hiezu Hebel, auf welche sich der Arbeiter rittlings setzt, oder die er mit den Knien andrückt. Ein Stein von 2 bis 3 *m* Durchmesser verbraucht bei 5 *m* Umfangsgeschwindigkeit etwa 5 PS.

Zumeist wird naß geschliffen; der Stein watet entweder in einem Wassertrog, oder das Wasser läuft in einem Strahle auf.

Feinere Schneidwerkzeuge werden nach dem Schleifen auf dem rotierenden Stein noch auf Liegesteinen nachgeschliffen; diese Liegesteine heißen auch Abziehsteine; das Nachschleifen nennt man Abziehen.

Neben Sandstein findet auch Schiefer als Schleifstein Verwendung u. zw. besonders der grüne Wetzschiefer wegen seiner Feinheit und Regelmäßigkeit im Korn.

Das Schleifen mit Schmirgelscheiben. Die Schmirgelscheiben werden aus Schmirgel und aus Korund hergestellt. Schmirgel ist kristallisierte Tonerde (Al_2O_3), gemischt mit Eisen- und anderen Oxyden, von bläulichgrauer bis indigoblauer Farbe; er kommt hauptsächlich von der Insel Naxos. Korund (Al_2O_3) enthält nur wenig Eisenoxyd. Der zu einer gewissen Korngröße gemahlene Schmirgel wird, mit Ton gemischt, im teigigen Zustande in Scheiben geformt, an der Luft getrocknet und, in Quarzsand eingebettet, mehrere Tage in Weißgluthitze gebrannt. Man benützt auch Natron-Wasserglas oder Kautschuk als Bindemittel. Nach dem Berichte von Paul Möller*) werden in Amerika die mit Ton hergestellten, glasharten Scheiben für tiefe, die Scheiben mit elastischem Bindemittel für feine Schnitte verwendet. Die Norton Emery Wheel Co. läßt die Scheiben mit 26 *m* Umfangsgeschwindigkeit laufen und prüft sie auf 46 *m*; die weichen, grobkörnigen Scheiben verwendet sie für härteres Material, weil die Körner schneller stumpf werden und somit leichter abbröckeln sollen; für weiches Metall hingegen harte, feinkörnige Scheiben. Die „Abrasive Material Co.“ in Philadelphia fertigt Scheiben, die naß oder trocken gleich gut laufen, ebenfalls sorgfältig in Körnungen und Härtegrade eingeteilt sind, um sie für die verschiedenen Schleifarbeiten ge-

*) Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing., 1903, Nr. 46.

eignet zu machen. Die Scheiben sollen mit 1500 *m* minutlicher Geschwindigkeit laufen. Die Firma gibt als maximale Geschwindigkeit 1800 *m* an- Die Scheibe soll beim Schleifen nicht zu heiß laufen, sonst wird sie an der Oberfläche glasig und greift nicht mehr; deswegen wird häufig mit Wasser gekühlt, u. zw. verwendet man entweder immer wieder dasselbe Wasser, dem etwas Soda zugesetzt wurde, oder fortwährend frisches Wasser. Mit dem Schleifen erzielt man eine größere Genauigkeit als mit dem Drehen, denn der Drehspan hat stets eine größere Dicke, während man beim Schleifen noch Tausendstel von Millimetern abarbeiten kann; deshalb werden häufig Werkstücke mit dem Drehstahl überschroppt und mit der Schleifscheibe geschlichtet. Bei Teilen, die gehärtet werden, wie bei Fräsern, gehärteten Stahl-

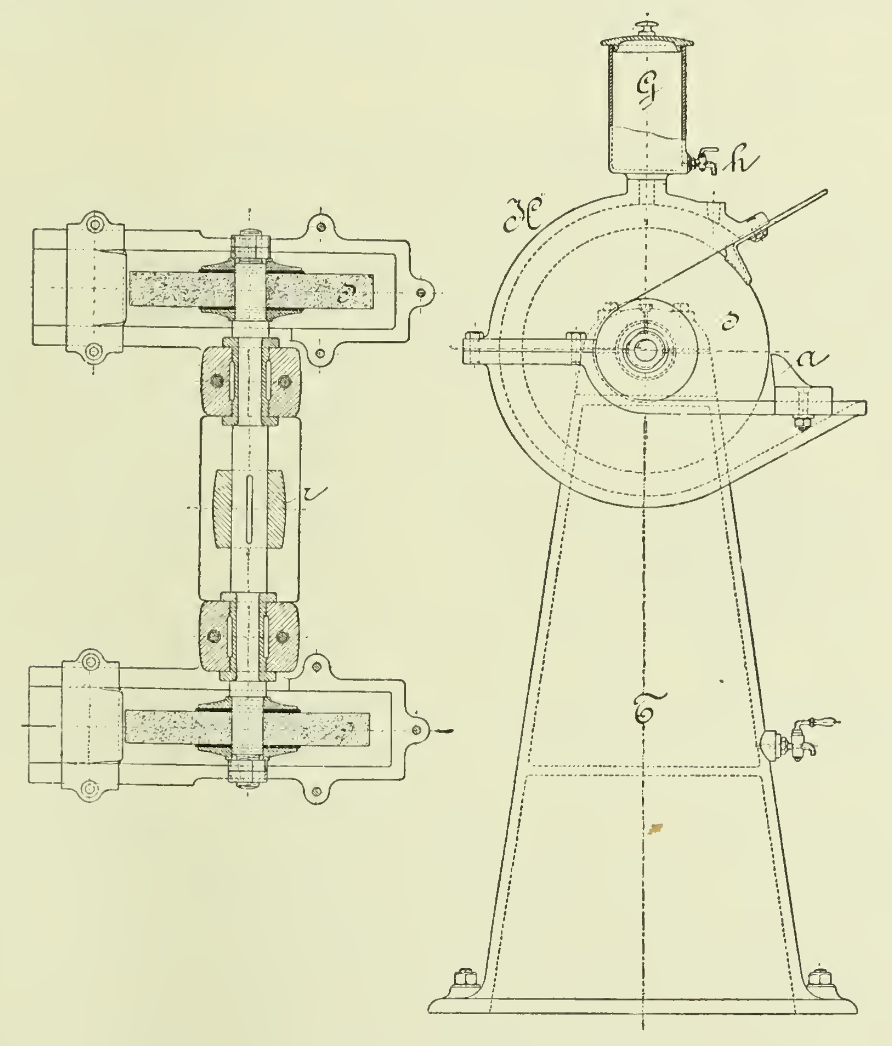


Fig. 442. Schleifmaschine.

zapfen und Büchsen, bietet das Schleifen auch die einzige Möglichkeit, eine nach dem Härten nötige Nacharbeit vorzunehmen. Zum Anschleifen und Schärfen der verschiedenen Schneidwerkzeuge werden fast ausschließlich Schmirgelscheiben verwendet.

Neben diesen feinen Arbeiten werden auch vorteilhaft grobe Schleifarbeiten mit Schmirgelscheiben, auf mit Schmirgel über-

zogenen Holz- oder Eisenscheiben, ferner mit Schmirgelbändern ausgeführt, so z. B. das Blankschleifen von Maschinengestellen, das Gußputzen, das Blankschleifen der Zinken von Heugabeln u. dgl.

Eine Schleifmaschine mit zwei Schleifscheiben zeigt Fig. 442. Die Schmirgelscheiben sind zwischen je zwei Platten, unter welche elastische Beilagscheiben gegeben wurden, auf einer Spindel befestigt, die mittels der Riemenscheibe *r* in rasche Drehung versetzt wird.

Die Wasserzuführung erfolgt von einem Gefäße *G* aus durch einen Tropfhahn *h*. Das abfließende Wasser sammelt sich unten in einem Troge *T*. Die Schutzhaube *H* fängt das abspritzende Wasser auf, sichert aber auch den Arbeiter vor dem etwa zerspringenden Schleifstein. Auf die verstellbare Auflage *a* wird das zu schleifende Arbeitsstück aufgelegt.

3. Schaber und Ziehklingen.

Der Schaber besteht aus einer 3—5 *mm* starken Stahlklinge, die mit einer Angel wie eine Feile in einem hölzernen Hefte befestigt ist. Er dient dazu, von der Oberfläche eines Werkstückes noch kleine Erhöhungen abzunehmen, um die letzte Vollendung zu erzielen. Der Schaber wird von Kupferschmieden, Gelbgießern, Gold- und Silberarbeitern und vom Schlosser verwendet. Wenn nämlich eine Fläche abgehobelt wurde, so zeigt sie infolge der gewaltsamen Spanabnahme nicht jene gesunde Beschaffenheit, wie sie für manche Zwecke nötig ist; man sieht feine Haarrisse und Unebenheiten, es ist eine rauhe, zerrissene Schicht vorhanden, die man entfernen muß; hiezu eignet sich der Schaber. Er wird, wie schon S. 153 erörtert wurde, auf die zu schabende Fläche schräg aufgesetzt und unter Druck vorgeschoben. Der Zuschärfungswinkel der Schneidkante ist, je nach der zu leistenden Arbeit, verschieden groß. Macht man den Winkel größer, dann dringt die Schneide schwerer in das Material ein, man bekommt aber feinere Späne. Bei behobelten Eisenflächen wird zuerst mit einem breiten Schaber in langen Zügen so lange glatt geschabt, bis man keine Hobelrisse mehr sieht. Dann werden mit Hilfe einer Abrichtplatte die vorstehenden Unebenheiten angezeichnet und mit einem schmäleren Schaber so lange nachgeschabt, bis die mit Farbe bestrichene Abrichtplatte auf jedem Quadratzentimeter 5—10 Punkte markiert. Wenn schließlich der Schaber abwechselnd in verschiedener Richtung und im Bogen geführt wird, so entsteht eine die Fläche zierende Zeichnung.

Die Ziehklinge der Holzarbeiter (siehe Fig. 234 *b*) besteht aus einem Stahlblechstreifen von 0·6 bis 2 *mm* Dicke, 50 *mm* Breite und

100 bis 200 *mm* Länge, deren schmale Kante ebenfalls schräg auf die Holzfläche aufgesetzt und unter Druck darüber hingeführt wird; die Schneidkante ist entweder gerade, konkav oder konvex, wie es eben die zu bearbeitende Fläche erfordert.

4. Die Reibahlen.

4. Die Reibahlen (Räumer, Ausreiber) dienen zum Erweitern sowie zum Glätten von Bohrungen und zur Herstellung der genauen zylindrischen oder konischen Form derselben. Die Wirkung soll schabend oder schneidend sein; in spröden Materialen arbeiten sie aber häufig mehr zermalmend und mahlend, in weichen Materialien quetschend; letzteres hauptsächlich dann, wenn sich die Schneidkanten der Reibahle abgenützt haben.

Die schabende Reibahle besteht aus einem prismatischen Stahlstäbchen, welches an einem Ende etwas konisch zuläuft, (Fig. 443), und am anderen Ende ein Vierkant für ein Wendeeisen trägt. Die Schneidkanten werden von fünf oder sieben Seitenflächen gebildet



Fig. 443. Schabende Reibahle.

Fig. 444. Quadratische Reibahle.

Die ungerade Zahl der Kanten gibt der Reibahle eine gute Führung, indem immer wenigstens drei Kanten anliegen. Oft sind die Schneid kanten auch schraubenartig gewunden (gewundene Reibahlen).

Die quadratische Reibahle hat zu wenig Führung im Loche; die Kante, welche momentan tiefer eindringt, siehe *a* Fig. 444, wird zur Drehungsachse; nach einer kleinen Drehung bildet *b* die Drehungsachse u. s. w.; das Loch wird anstatt zylindrisch stets sternförmig.

Die schneidenden Reibahlen (Fig. 445) unterscheidet man in *a*) geriffelte Reibahlen (schneidend oder auch schabend ausgeführt), *b*) genutete hinterdrehte Reibahlen, *c*) genutete geschliffene Reibahlen, *d*) halbrunde Reibahlen, *e*) Reibahlen mit eingesetztem Messer.

Die geriffelten Reibahlen arbeiten in neuem Zustande recht gut, sie verstopfen sich aber leicht und sind, sobald sie einmal stumpf

geworden, wertlos. Die hinterdrehten Reibahlen zeigen dieselben Vor- und Nachteile wie die hinterdrehten Fräser. Am vorteilhaftesten sind die geschliffenen Reibahlen, weil sie nach dem Härten vollkommen genau angeschliffen werden können.

Die Bergschen Reibahlen (Fig. 446) sind nach dem Härten auf Maß und Schnitt geschliffen, haben überdies vorn ein Gewinde eingeschnitten, welches in der Bohrung erst Schraubennuten vorschneidet und somit die Spanabnahme durch die nachfolgenden langen Schneidkanten erleichtert.

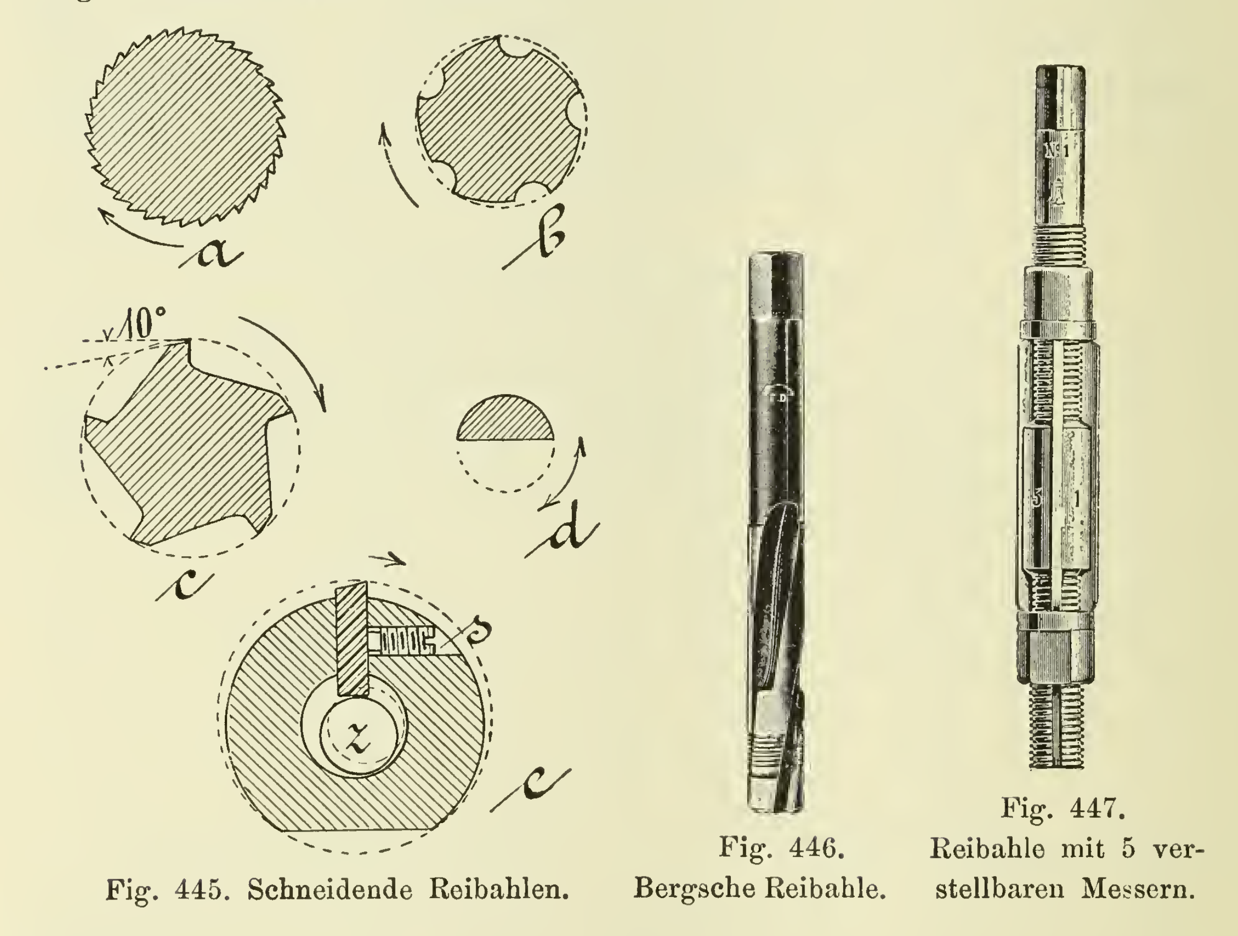


Fig. 445. Schneidende Reibahlen.

Fig. 446. Bergsche Reibahle.

Fig. 447. Reibahle mit 5 verstellbaren Messern.

Die halbrunde Reibahle ist in Kesselschmieden in Verwendung, um die Nietlöcher auszureiben.

Figur 447 zeigt eine zylindrische Reibahle mit fünf eingesetzten Messern, die mittels zweier Muttern auf einem genuteten, konischen Hauptkörper verschoben werden können. Die Ahle wird für 20—100 *mm* weite Löcher hergestellt.

Die in Fig. 445 *e* dargestellte Reibahle hat bloß ein Messer, welches durch Verdrehen des exzentrischen Zapfens *z* nachgestellt und mit einer oder mehreren Schrauben *s* festgeklemmt wird.

VII. Anfertigung der Schrauben.

Die häufig verwendete Verbindung der einzelnen Teile einer Maschine mittels Schrauben gibt diesen eine besondere Wichtigkeit; es wird daher auf eine schnelle, billige und entsprechend genaue Herstellung Bedacht zu nehmen sein, um vorteilhaft zu arbeiten. Man unterscheidet die Schraubenspindel, d. i. einen Zylinder, welcher an der Oberfläche das ein- oder mehrfache Gewinde trägt, und die Schraubenmutter, d. i. einen beliebig gestalteten Körper mit einer zylindrischen Höhlung, in welchem sich Gewindegänge befinden. Das Gewinde hat gewöhnlich die Form einer stetig ansteigenden Schraubenlinie; die Steigung bei einer Umdrehung nennt man Ganghöhe. In besonderen Fällen macht man die Schrauben etwas konisch. Der Querschnitt des Gewindes ist verschieden; man verwendet:

a) scharfgängige Schrauben mit dreieckigem Gewindequerschnitt;

b) flachgängige Schrauben mit rechteckigem Gewindequerschnitt;

c) rundgängige Schrauben mit halbkreisförmig abgerundetem, flachem Gewinde.

Die Steigung *s* einer Schraube ergibt sich aus: Umfang des Schraubenbolzens πd mal der Tangente des Steigungswinkels α

$$s = \pi d \,.\, tg \,.\, \alpha.$$

Je mehr Gänge auf eine Längeneinheit, 1 engl. Zoll oder 1 *cm*, gehen, desto feiner ist die Schraube. Mikrometerschrauben haben meistens 1 *mm* Ganghöhe und die Verdrehung um $^1/_{100}$ des Umfanges entspricht einer Verschiebung der Mutter um $^1/_{100}$ *mm*; hiebei darf jedoch die Mutter keinen toten oder leeren Gang besitzen; sie muß vollkommen kapseln; genau ohne Spielraum auf die Spindel passen.

Die Anfertigung der Metallschrauben kann durch Gießen, Schmieden, Drücken, Löten oder Schneiden erfolgen. Die gegossenen Schrauben findet man vielfach in Zinn hergestellt, u. zw. für Verschlußkapseln (siehe Gießerei).

Das Schmieden von Massivschrauben erfolgt in zweiteiligen Gesenken; der rotwarme Rundeisenstab wird eingelegt und mit jedem Schlage etwas weitergedreht. Solche Schrauben finden Anwendung zum Zusammenschrauben großer Holzstücke.

Durch Drücken werden die Gewinde in Blechhülsen hergestellt.

Das Löten der Schrauben, z. B. bei der Herstellung des Muttergewindes der Flaschenschraubstöcke, erfolgt in der Weise, daß man ein

Quadrateisen in die Schraubengänge der Schraubenspindel einlegt, dann mit derselben in die hülsenartige Schraubenmutter einschiebt und darin verlötet, wobei man gleichzeitig die Schraubenspindel herausschraubt.

Das gewöhnliche Verfahren zur Anfertigung der Schrauben besteht darin, daß man aus einer glatten Zylinderfläche durch Abnahme von Spänen vertiefte Gänge ausarbeitet. Hat man keine besonderen Werkzeuge, so muß man die Gewindegänge ausfeilen oder ausmeißeln; in der Regel benützt man jedoch besondere Schneidwerkzeuge, Schraubenschneidmaschinen oder die Drehbank.

Das Schneiden der Schraubenbolzen.

Das Ausschneiden der Gewindegänge erfolgt in der Weise, daß der Schneidzahn um den Bolzen eine Schraubenlinie beschreibt und hiebei den Span ablöst. Da der Gewindegang in der Regel tiefer ist als die zulässige Spandicke, so muß entweder der Schneidzahn wiederholt das Gewinde durchlaufen, oder man muß mehrere Zähne aufeinanderfolgend zur Wirkung bringen, so daß der Gewindegang, siehe Fig. 448, nach dem Abheben von vier flachen, dünnen Spänen 1, 2, 3 und 4 fertig geschnitten ist.

Bei hölzernen Schrauben kann man ein feineres, scharfes Gewinde mit einem V-förmigen Meißel durch einen einzigen Schnitt fertig schneiden (Fig. 449).

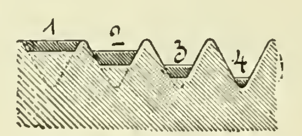


Fig. 448. Gewindeschneiden in Metall.

Fig. 449. Gewindeschneiden in Holz.

Am besten verwendet man zum Schneiden eines Schraubenbolzens eine mit Schneidkanten versehene Mutter, weil ihre Gewindegänge als Führung dienen und zugleich den zu schneidenden Bolzen bei jeder Umdrehung um die Ganghöhe vorschieben.

Die zum Schneiden herzurichtende Mutter aus bestem Werkzeugstahl (Fig. 450) wird zu dem Zwecke mit Längsnuten versehen, oder der Länge nach in zwei, drei oder vier Teile geteilt; dadurch erhält man die erforderlichen Schneidkanten. Damit diese verschieden tief einschneiden, wird dann der Schneidbacken mit einer konischen Reibahle an einer Seite ausgerieben, wie die Linie *a b* andeutet. Neuerer Zeit wird der Schneidbacken an einer Stelle aufgeschnitten und mit

einem konischen Stifte *s* versehen; dadurch kann man etwa nötige geringe Abweichungen in der Stärke der zu schneidenden Gewinde genau einstellen und die durch naturgemäße Abnützung entstehenden kleinen Ungenauigkeiten ausgleichen.

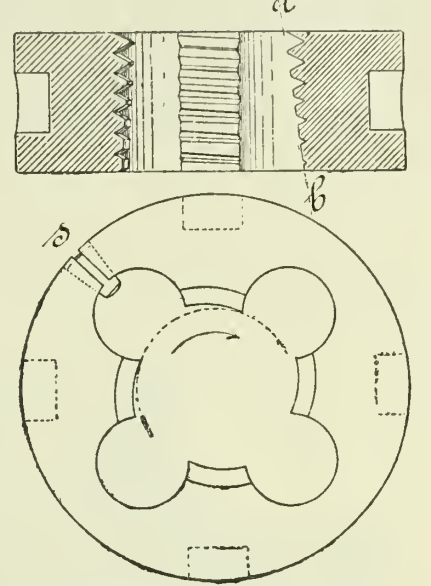


Fig. 450. Justierbarer Schneidbacken.

Schließlich werden bei gröberen Gewinden die Schraubengänge schräg zugefeilt, um einen Anstellwinkel zu erhalten, und endlich die so hergerichteten Schneidbacken gehärtet.

Bei Gewindestärken von 3 bis 9 *mm* hat man ein Schneideisen für mehrere Gewinde, wie Fig. 451 zeigt; die Schneidkanten sind einfach durch zwei eingearbeitete Nuten erzeugt.

Eine schräge Schneidkluppe mit zwei Schneidbacken *A* und *B* zeigt Fig. 452.

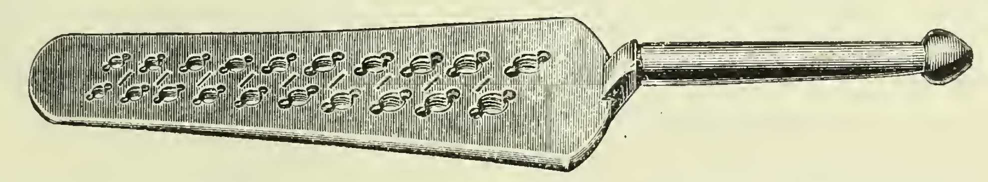


Fig. 451. Stubs' Schneideisen, blank, für 3—9 *mm* starke Gewinde.

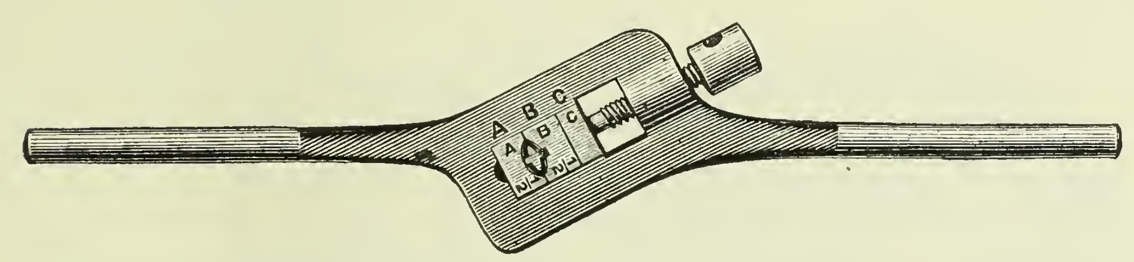


Fig. 452. Schräge Schneidkluppe für $^1/_8$—2″.

Zu jeder Größe gehören drei Paar Backen, z. B.

bei 200 *mm* Länge Schneidbacken für $^1/_8$″ $^3/_{16}$″ und $^1/_4$″ engl.

„ 1830 *mm* „ „ „ $1^1/_2$″ $1^3/_4$″ „ 2″ „

Eine vornehmlich für Gasgewinde bestimmte Schneidkluppe ist in Fig 452*a* dargestellt. Es sind vier Schneidbacken eingelegt, die gleichzeitig mit nur einer Schraube um das Stück *v* verstellt werden können z. B., von $^1/_4$ Zoll bis 1 Zoll Gewindedurchmesser. Man kann auch Schneidbacken für linkes Gewinde einlegen.

Die zum Schneiden der hölzernen Schrauben dienenden Schneidkluppen oder Schneidzeuge bestehen aus einem mit zwei Griffen ausgestatteten, flachen Holzstücke *a* (Fig. 453), das in der Mitte eine

Bohrung mit Gewinde enthält, welches dem zu schneidenden gleich ist. Auf der unteren Seite dieses Holzstückes sind zwei Geißfüße g eingelassen und mit Hakenschrauben s festgehalten. Die Schneiden sind unter dem Winkel d schräg angeschliffen, damit die Späne glatt ab-

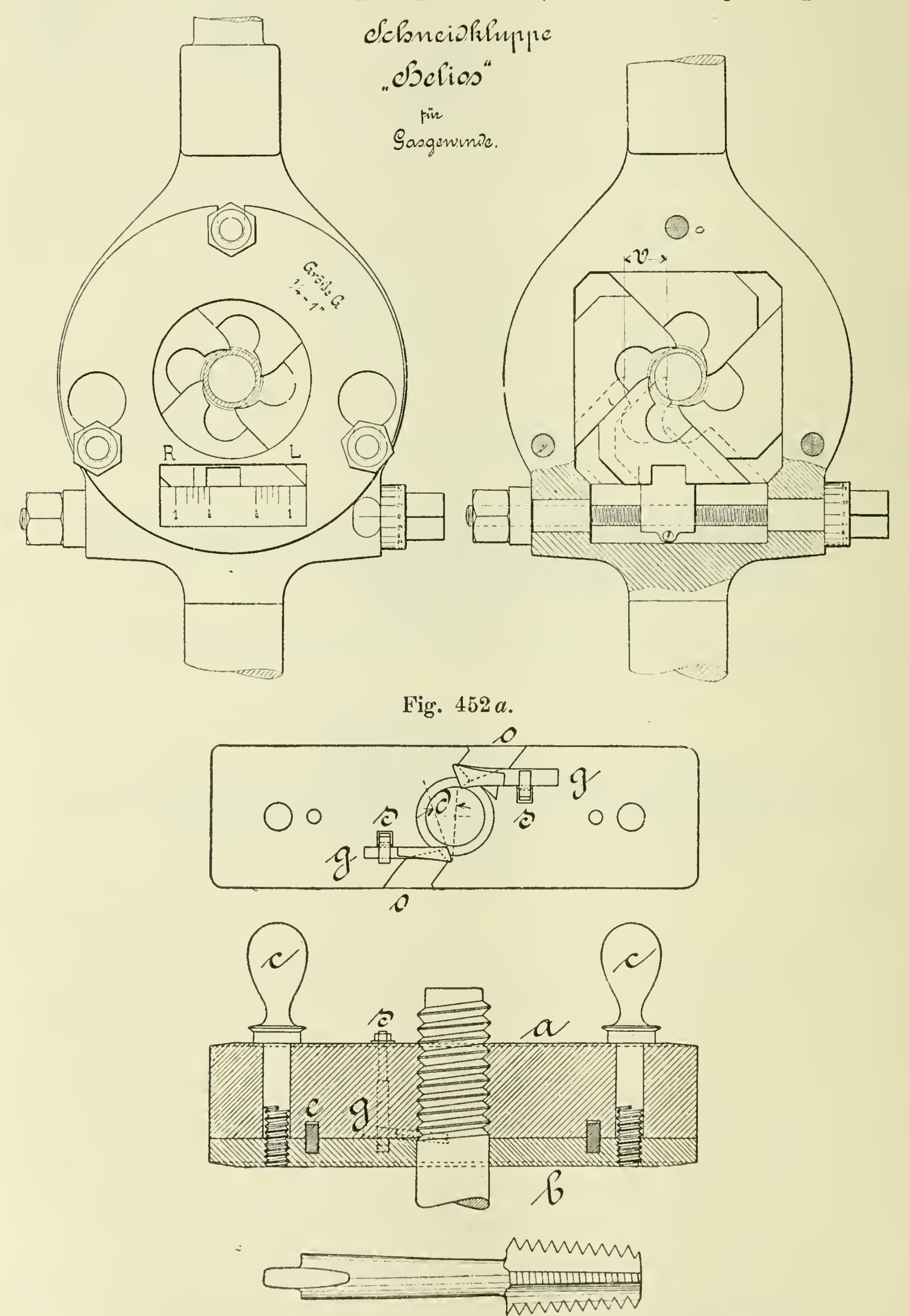


Fig. 452 *a*.

Fig. 453. Holzschrauben-Schneidzeug samt Mutterbohrer.

geschnitten werden. Letztere treten durch die Spanlöcher *o* aus der Kluppe heraus. Auf *a* ist noch die Deckplatte *b* aufgeschraubt, welche in der Mitte eine Bohrung hat, die zur Führung der zu schneidenden Schraubenspindel dient. Der eine Geißfuß steht gegen den anderen von der Mitte etwas weiter ab und ist um die halbe Ganghöhe weniger in das Holzstück *a* eingelassen, damit er das Gewinde bis zur halben Gangtiefe vorschneidet.

Bei kleinen Schrauben ist ein einziger Geißfuß im stande, das Gewinde auf einmal herauszuschneiden; man richtet dann die Kluppe gleich zum Schneiden mehrerer Schraubengrößen ein, wie Fig. 454 zeigt.

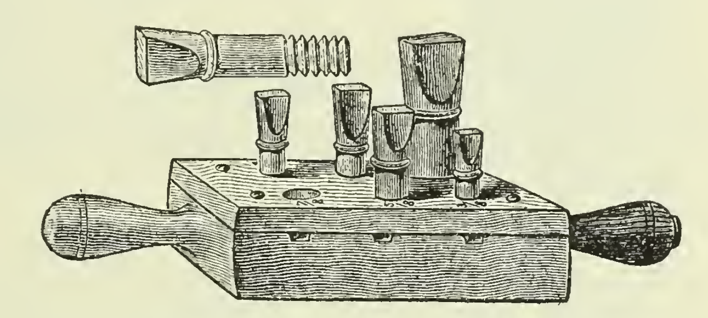


Fig. 454. Holzschrauben-Schneidzeug für sechs Gewinde.

Von den verschiedenen Arten von Gewindeschneidmaschinen sei hier nur die der Acme Machinery Co. in Cleveland, O., beschrieben. Vom Schneidkopf sind in Fig. 455 die Vorderansicht, in Fig. 456 der Schnitt *D E*, in Fig. 457 der Schnitt *F G* gezeichnet.

An die Arbeitsspindel ist ein dicker, geflanschter Hohlzylinder, der Backenring *a*, angeschraubt, welcher vorn die stählernen Futter für die vier Schneidbacken *d* trägt. Die Stirnplatte *g* bildet die vordere Führung für die Schneidbacken. An den Backen sind, wie auch Fig. 458 zeigt, Kappen *e* angeschraubt, die mit ihren schrägen Enden in T-förmige Schlitze des Ringes *c* eingreifen, so daß beim Verschieben des letzteren die vier Schneidbacken gleichzeitig radial verschoben werden. Vier eingelegte Federkeile verhindern die Verdrehung des Ringes *c* auf dem Zylinder *a*. Er wird mittels eines Kniegelenkes verschoben. Der eine Gelenkteil bildet den sichelartigen Hebel *h*, der um einen in der Mitte befindlichen festen Bolzen *C* drehbar ist; der andere Gelenkteil h_1 ist durch den Bolzen *A* mit dem Ringe *c* verbunden. Auf dem

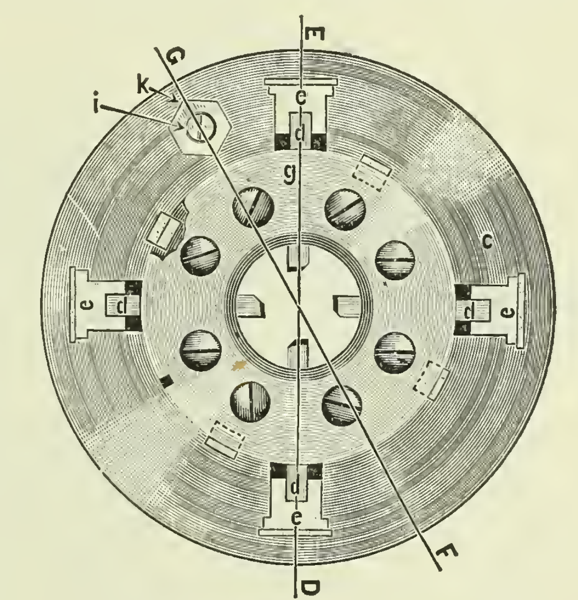


Fig. 455. Vorderansicht des Schneidkopfes.

c = Backenring
dd = Backen
ee = Backenkappen
g = Stirnplatte
i = Einstellschraube
k = Gewindebüchse

Zylinder *a* ist ferner noch ein Ring *b* aufgeschoben, der sich mit einem Handhebel verschieben läßt. Schiebt man diesen Ring nach links in die Stellung Fig. 457, so wird das Knie $h\,h_1$ gestreckt, so daß die drei Kniegelenkzapfen *A B C*, wie gezeichnet, in eine gerade Linie kommen; der Ring *c* wurde hiebei mit großer Gewalt nach links geschoben und die Schneidbacken nach einwärts bewegt. Zum genauen Einstellen der Endlage des Ringes *c* dient die Schraube *i*; letztere wird hienach durch eine hohle Klemmschraube *k* festgehalten.

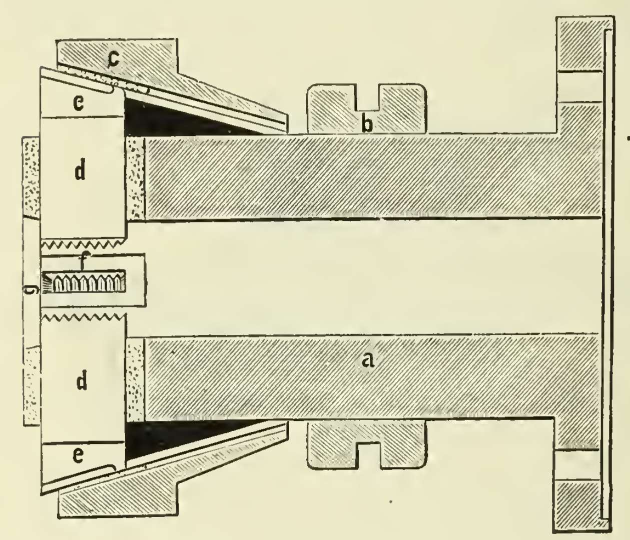


Fig. 456. Schnitt *D—E*.

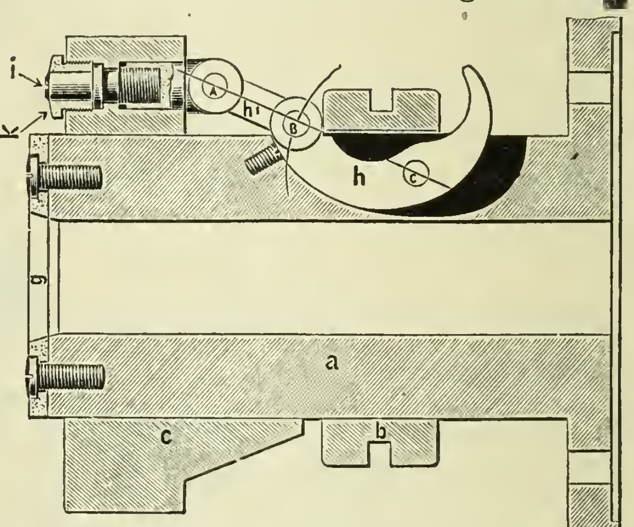


Fig. 457. Schnitt *F—G*.

a = Backenkörper		*f* = Backenführung	
b = Bewegungsring		*g* = Stirnplatte	
c = Backenring		hh_1 = Kniehebel	
dd = Backen		*i* = Einstellschraube	
ee = Backenkappen		*k* = Gewindebüchse.	

Wird der Schiebering *b* nach rechts bewegt, dann bewirkt das sichelartige Ende von *h*, daß der Kniehebel einknickt und *c* nach rechts zurückgezogen wird; die Schneidbacken öffnen sich sodann.

In dem Schaubilde Fig. 459 ist das Hebelwerk für die Verschiebung des Ringes *b* zu sehen, nämlich ein hinter der Maschine hervorstehender, aufrechter Handhebel, eine damit verbundene Stange mit zwei Anschlägen, die beim Verschieben des Werkstückschlittens auch das selbsttätige Öffnen und Schließen der Schneidbacken bewirkt; ferner vorn an der Maschine eine mit zwei Stellringen versehene, wagrechte Stange, die in einer festen Hülse verschoben wird und zur Hubbegrenzung für den Schiebering *b* dient. Fig. 460 zeigt die Maschine im Längsschnitt. Die vierstufige Riemenscheibe sitzt auf einem festen, hohlen Zapfen; in dem Zapfen rotiert die Kurbelwelle für die Ölpumpe. Das Öl wird in einen Ölbehälter gepumpt, dessen hohler Ständer zugleich Überlaufrohr ist; dieses Ölgefäß wird

stets bis zum Überlaufrohr gefüllt erhalten, damit das Öl in einem gleichmäßigen Strahle zu den Schneidbacken fließt.

Von der vierstufigen Riemenscheibe wird mittels zweier Zahnräder die hohle Arbeitsspindel angetrieben.

Das Werkstück wird in den Parallelschraubstock, wie aus der Fig. 460 ersichtlich ist, zentrisch eingespannt und entweder mittels Handrad, Zahnkolben und Zahnstange (Fig. 459) von Hand aus oder seltener mit der in Fig. 460 gezeichneten Leitschraube verschoben; letztere erhält durch die links gezeichneten drei Zahnräder von der Arbeitsspindel die Drehung und es muß für jede Ganghöhe eine besondere Leitschraube und hiezugehörige zweiteilige Bronzemutter

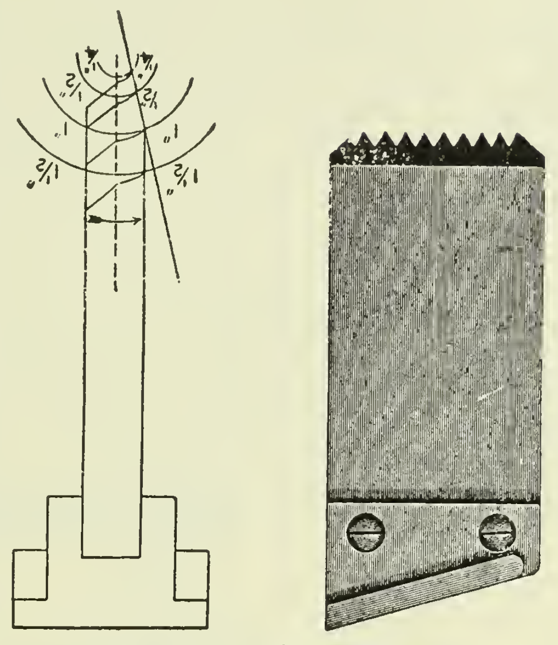


Fig. 458. Schneidbacken.

Fig. 459. Schrauben-Schneidmaschine der Acme Machinery Co.

einmontiert werden. Die Leitschraube wird nicht für normales, sondern nur für besonders grobes und rundes Gewinde verwendet.

Fig. 458 zeigt die Schneidbacken für verschiedene Bolzenstärken und die abnehmbare Kappe. Als besondere Vorteile des Schneidkopfes seien die sichere Führung der Schneidbacken erwähnt, die breite, unnachgiebige Auflage, welche die Kappen der Schneidbacken in dem Ringe *c* finden, endlich die feine Einstellung mit der Schraube *i*, so daß die Gewinde bei einem Schnitte vollkommen fertig hergestellt sind.

Das Schneiden der Schraubenmuttern.

Das Muttergewinde läßt sich weder durch Feilen noch durch Aushauen herstellen; daher ist nur die Bearbeitung mit einem Stichel möglich, der längs der Innenfläche der Mutterbohrung in der verlangten Schraubenlinie geführt wird und hiebei einen Span ablöst. Der Arbeitsvorgang ist ähnlich wie beim Schneiden des Schraubenbolzens, nur wird hier als Schneidwerkzeug eine mit Schneidkanten

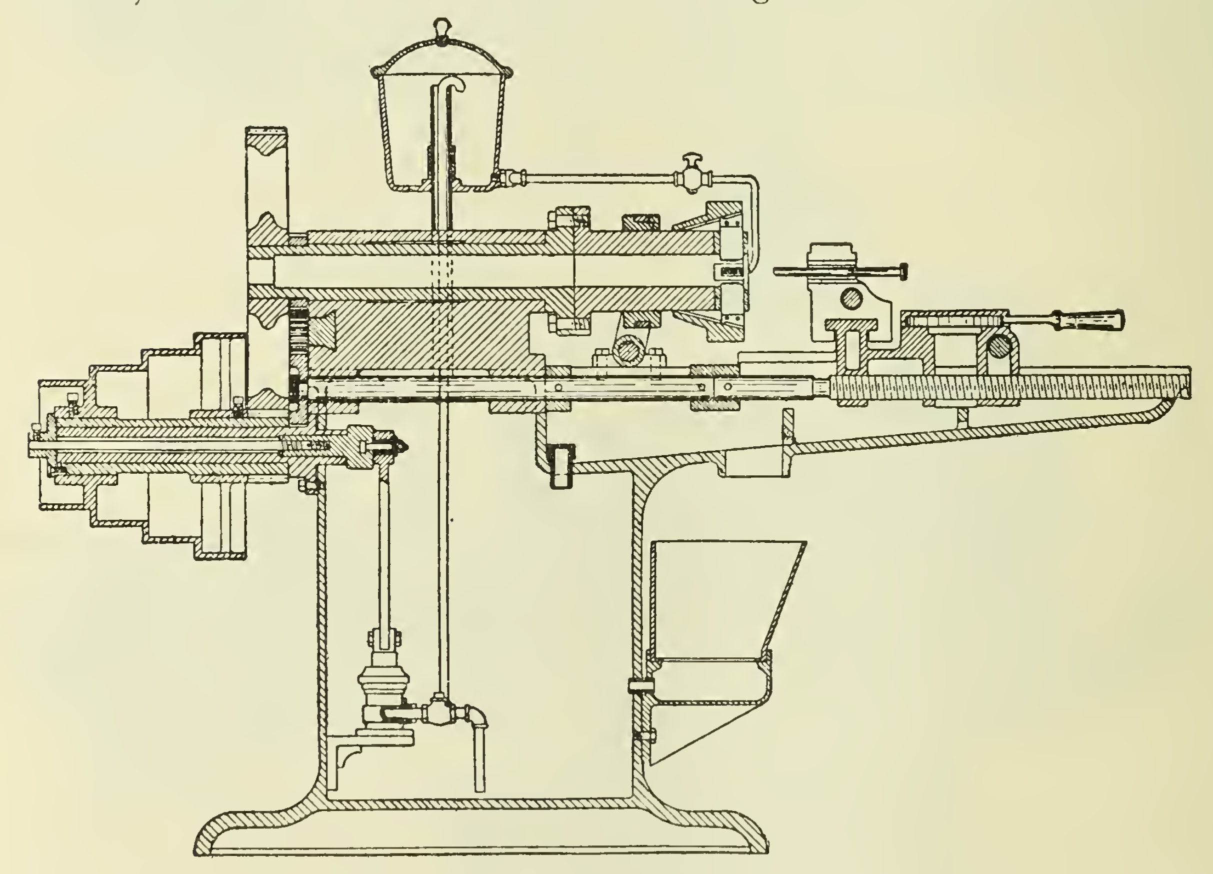


Fig. 460. Längsschnitt.

versehene Schraubenspindel benützt, die in den zylindrischen Hohlraum der Schraubenmutter eintritt.

Die schneidende Spindel heißt Schraubenbohrer (Gewindbohrer, Schneidbohrer, Mutterbohrer); die Gewindegänge des Bohrers dienen zur Führung und bei jeder Drehung schiebt er sich selbst um eine Ganghöhe vor.

In der Form ähnelt der Schraubenbohrer einer Reibahle, bei der die schneidenden Kanten gezahnt sind. Nach der Art, wie die Schneidkanten wirken, unterscheidet man auch hier schabende und schneidende Gewindbohrer.

Schleift man an eine stählerne, gehärtete Vollschraube ebene Flächen an, so daß das eine Ende konisch zulaufend dünner wird und einen quadratischen Querschnitt erhält, so entsteht ein vierkantiger, schabender Gewindbohrer. Am dicken Ende setzt sich ein Hal mit Vierkant an, so daß man ein Wendeeisen aufstecken kann.

Die zu schneidende, rohe Mutter hat eine Bohrung, die dem inneren Gewindedurchmesser, dem Kerndurchmesser, entspricht. Steckt man den Gewindbohrer in die Mutter hinein und dreht man ihn rechtsum, indem man ihn gleichzeitig mit einer angemessenen Kraft in die

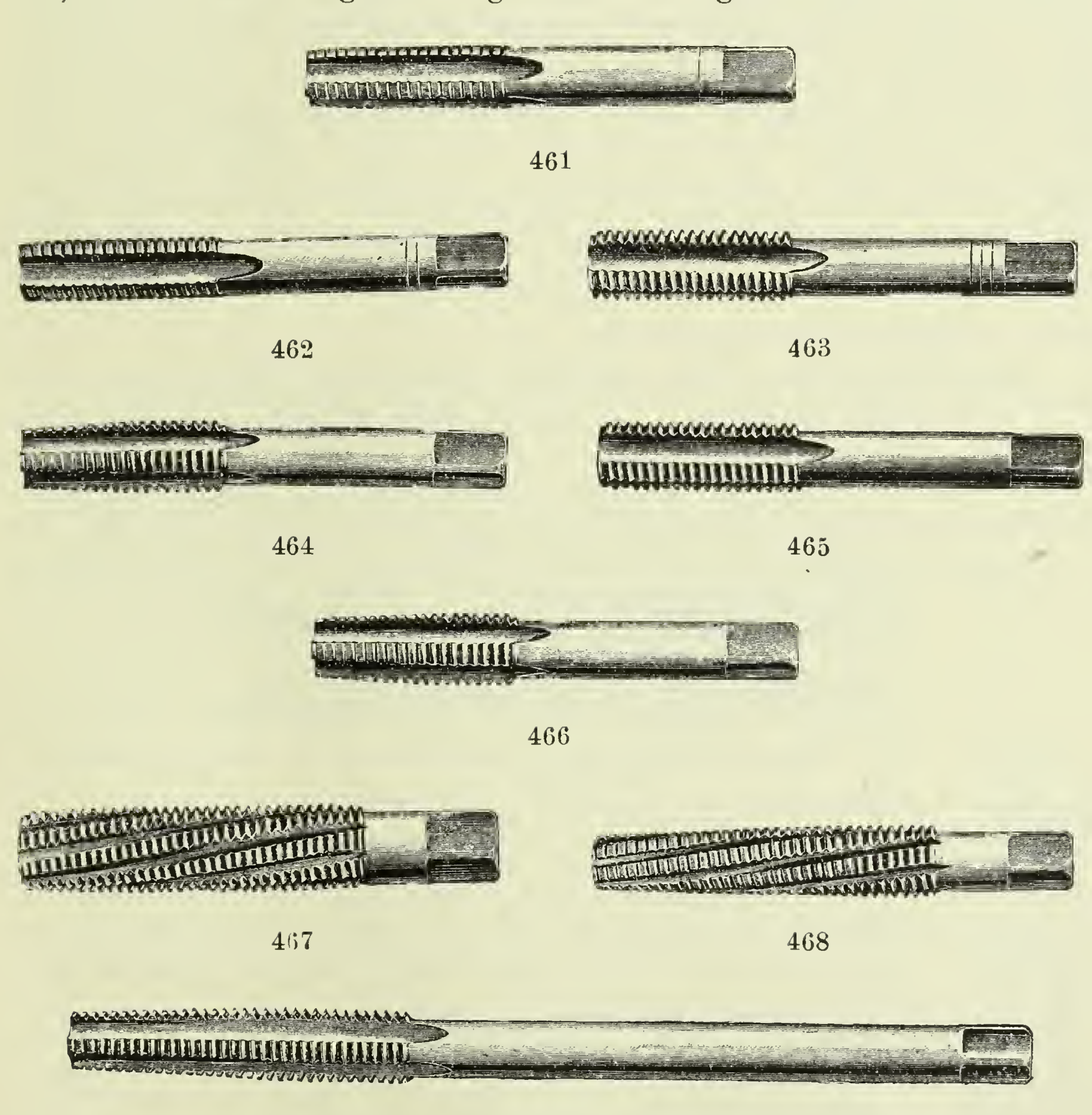


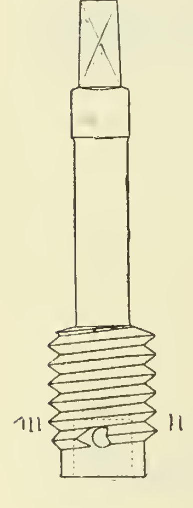
Fig. 461—469.

Mutter hineinpreßt, so erzeugen die gezahnten Kanten des Bohrers in der Lochwand Furchen, die mit dem weiteren Vorschieben immer tiefer werden und schließlich zu einem reinen, stetigen Schraubengewinde ausgebildet erscheinen.

Zum maschinellen Antriebe kann man die Schraubenschneidmaschine, aber auch jede Bohrmaschine benützen, indem man in der Bohrspindel anstatt eines gewöhnlichen Bohrers einen Schraubenbohrer befestigt und beim Schneiden des Gewindes die Bohrspindel der Ganghöhe der Schraube entsprechend vorschiebt.

Hat man größere Muttern zu schneiden, so macht man den Querschnitt des Gewindebohrers wie den einer schneidenden Reibahle (Fig. 461—469); man dreht also die Stahlschraube an einem Ende konisch, fräst dann 3, 4, auch mehr Längsnuten ein und härtet schließlich. Will man auch einen Anstellwinkel geben, so muß man hinterdrehen (unrunddrehen oder passigdrehen); hiedurch erreicht man den Vorteil, daß der Bohrer leicht und frei schneidet. Durch das Nachschleifen wird aber der Durchmesser kleiner; man müßte also mit einem zweiten, genauen Bohrer das Gewinde auf die richtige Weite bringen — oder besser, man bildet die letzten Gewindegänge nicht hinterdreht aus, so daß diese zum Schlusse zur Wirkung kommenden Gänge das zu schneidende Gewinde vollkommen genau machen.

Die Längsnuten werden entweder gerade ausgeführt oder, wie bei Reibahlen, in Form einer steilen, linksgängigen Schraube gewunden.



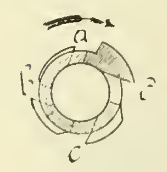


Fig. 470. Gewindbohrer für Holzgewinde.

Soll in ein Loch, welches nur bis auf eine geringe Tiefe in das Werkstück reicht, in ein sogenanntes Blindloch, ein Gewinde geschnitten werden, so braucht man hiezu mehrere Gewindbohrer, die hintereinander zur Anwendung kommen (Fig. 461—463). Der erste Bohrer schneidet vor, der zweite schon etwas tiefer, während der dritte bis zum Grunde des Loches fertig schneidet; solche Bohrer heißen Grundbohrer.

Der konische Grundbohrer (Fig. 464—465) wird verwendet, wo es auf besondere Genauigkeit nicht ankommt; hier sind in einem Satze nur zwei Stück. Der Mutterbohrer (Fig. 466) eignet sich zum Einschneiden von Gewinde in durchgehende Löcher. Der schwache Backenbohrer (Fig. 467) dient zum Schneiden ungeteilter Backen, der starke (Fig. 468) zum Schneiden mehrteiliger Backen; der letztere ist um die doppelte Gewindetiefe stärker als das Normalgewinde. Die Ma-

schinenbohrer (Fig. 469) haben einen langen Hals, damit sich eine größere Anzahl von Muttern aufschieben kann, bevor man den Bohrer, behufs ihrer Entfernung, aus der Maschine nimmt.

Zum Gewindeschneiden in Holz verwendet man zwei Arten von Gewindbohrern. Die eine Art ist in Fig. 453 dargestellt und ähnelt denen für Metall; nur ist die Schraube, in welche vier breite Längsnuten eingearbeitet sind, konisch zulaufend. Solche Gewindbohrer arbeiten, da der Schneidwinkel größer als 90° ist, mehr kratzend und erzeugen keine glatten Gewindegänge. Für größere Schraubenmuttern verwendet man daher besser eine zweite Art von Gewindbohrern, die ähnlich arbeiten wie die in Fig. 453 dargestellte Schneidkluppe für hölzerne Schraubenspindeln, indem die Gänge ebenfalls mit einem Geißfuß glatt ausgeschnitten werden. Dieser Gewindbohrer wird durch eine hohle, rohrartige Spindel (Fig. 470) gebildet, die am äußeren Umfang das zu schneidende Gewinde trägt, an das sich ein Führungszapfen anschließt. Den Anfang des Gewindes bildet eine geißfußartige Schneide; der Span fließt durch eine vor der Schneide befindliche Öffnung in das Innere der rohrartigen Spindel ab. Für größere Gewinde sind bis vier Geißfüße (*a*, *b*, *c* und *d*) vorhanden, welche nacheinander zur Wirkung kommen.

Schraubenschneiden auf der Drehbank.

Die Drehbank eignet sich vorzüglich zum Schneiden von Schraubengewinden; es kann hiebei das mit der Drehbankspindel verbundene Werkstück entweder bloß gedreht werden, während der Schneidstahl die Schaltbewegung erhält, oder die Spindel dreht und verschiebt sich zugleich mit dem Werkstück, während der Schneidstahl feststeht.

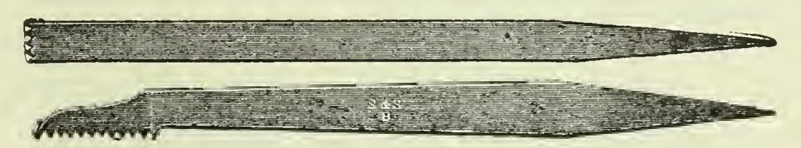


Fig. 471. Gewindestrehler.

Wollte man mit einem einfachen, aus freier Hand geführten Spitzstahl auf einem umlaufenden Zylinder eine brauchbare Schraube einschneiden, so daß also die Ganghöhen der einzelnen Schraubengänge einander gleich würden, so wäre dazu eine große Geschicklichkeit des Drehers nötig. Leichter geht es schon, wenn man einen Schraubstahl, wie ihn Fig. 471 zeigt, anwendet, indem man entweder die bereits entstandenen Gänge oder eine besondere Schraube als Führung benützt. Der oben gezeichnete Schraubstahl heißt auch Außenstrehler, der untere Innenstrehler; sie werden für $3^1/_2$—60 Gänge auf 1 Zoll engl. geliefert.

Die Figuren 472 und 473 zeigen den Spindelstock einer sogenannten Patronendrehbank, die so eingerichtet ist, daß der Drehstahl auf dem Arbeitsstück der Ganghöhe der zu schneidenden Schraube entsprechend gleichmäßig verschoben wird. Von der Drehbankspindel *a* wird mittels der beiden Zahnräder *b* und *c* eine kurze, hohle Leitschraube, die Patrone *d*, gedreht, die auf einem Zapfen *e* lose aufgesteckt ist.

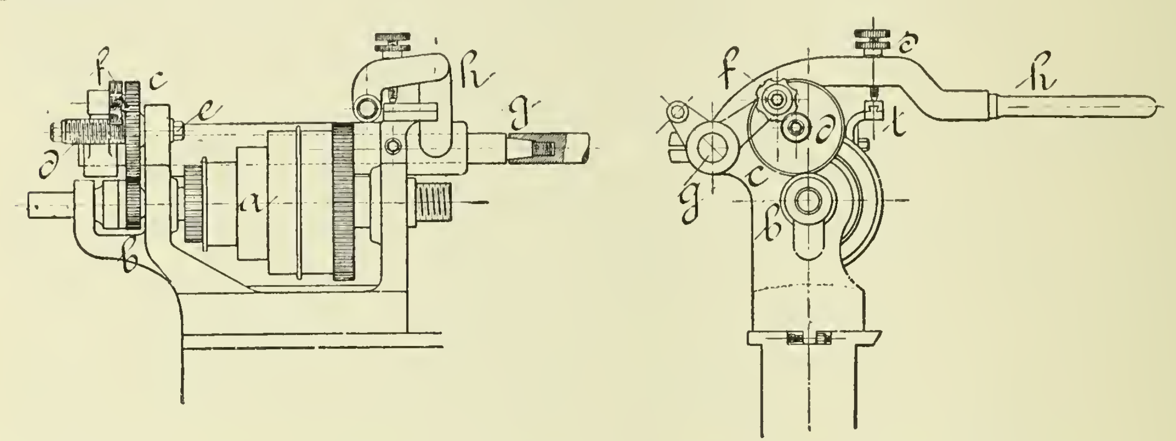


Fig. 472. Patronendrehbank der Maschinenfabrik Auerbach & Ko. in Dresden.

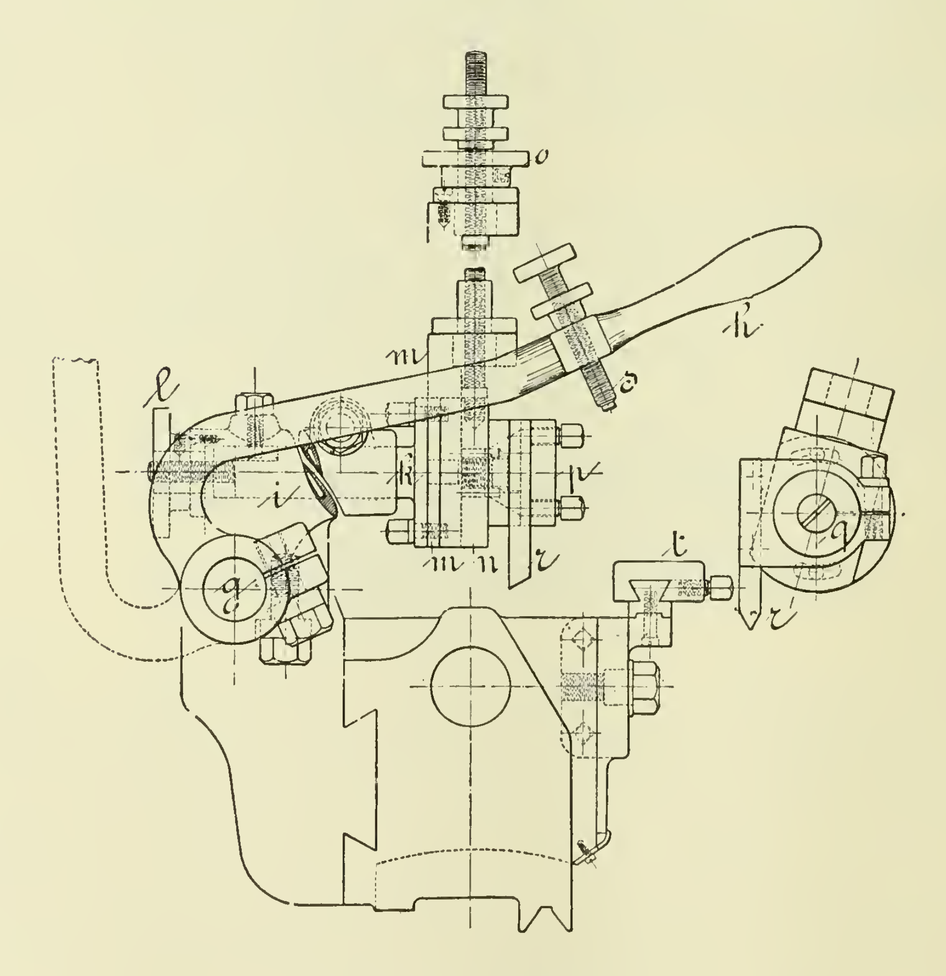


Fig. 473. Stahlhalter.

Gegenüber der Patrone ist das Register *f* angeordnet, d. i. ein Metallstern, in dessen segmentartigen Ausschnitten verschiedene Mutter-

gewinde eingeschnitten sind; dieses Register ist mit einem Arme an der starken Spindel *g* befestigt, die auch den Handhebel *h* trägt. Wird letzterer in die gezeichnete Stellung vorbewegt, so greift ein Muttergewinde des Registers in die Gänge der Schraubenpatrone ein, und das Register samt der Spindel *g* wird langsam seitwärts verschoben. Gegenüber dem Werkstück ist auf *g* der Kreuzkopf *i* festgeklemmt, durch den ein Querarm *k* so hindurchgeht, daß er mit dem Handrädchen *l* eingestellt werden kann. Am Ende des Armes *k* sitzt ein Drehteil *m*, auf diesem der Vertikalschlitten *n*, der mit dem Handrädchen *o* betätigt wird. Auf dem Vertikalschlitten ist der ebenfalls drehbare Stahlhalter *p* mit einer Schraube *q* angeschraubt; darin ist der Drehstahl *r* mit zwei Schrauben festgeklemmt. Eine Stellschraube *s* am Hebel *h* stützt sich auf die Auflage *t* und begrenzt hiedurch die Schnittiefe. Hat man eine Schraube mit einer anderen Ganghöhe zu schneiden, so wird die Patrone *d* ausgewechselt und das Register *f* entsprechend verdreht. Das Gewindeschneiden auf der Leitspindel-Supportdrehbank siehe S. 286.

Fünfter Abschnitt.

Arbeiten zur Verbindung und Zusammenfügung.

Diese Arbeiten sind notwendig, um Gegenstände von bedeutender Größe oder verwickelter Gestaltung herzustellen; die Verbindung kann in verschiedener Weise erfolgen, u. zw. durch Schweißen, Löten, Leimen, Kitten, Nieten, Nageln, Zusammenschrauben, Zusammenkeilen, Verbinden mit Reifen und Schrumpfringen, endlich durch die verschiedenen Formungsverbindungen, wie Falz, Überblattung, Verzapfung und Schwalbenschwanz. Bei der Frage, welche dieser Verbindungen für einen bestimmten Fall am zweckmäßigsten zu wählen wäre, ist in Betracht zu ziehen:

1. Ob die Verbindung fest oder lösbar sein soll. Bei Maschinengestellen, mehrteiligen Riemenscheiben, Werkzeughaltern u. s. w. macht man lösbare, bei eisernen Brücken, Dampfkesseln, Möbeln u. s. w. feste Verbindungen.

2. Die Widerstandsfähigkeit der Verbindung. Dampfleitungsrohre für hohen Druck dürfen nicht gelötet, Holzgegenstände für feuchte Räume nicht geleimt werden.

3. Die verschiedene Ausdehnung der einzelnen Teile. Bei Dacheindeckungen mit Blech gestattet die Falzverbindung eine gegenseitige Verschiebung der einzelnen Blechtafeln. Die Eisenbahnschienen müssen auf den Schwellen verschiebbar sein.

Das Schweißen wurde bereits beim Schmieden behandelt. Im folgenden sei noch kurz einiges über das Löten, Leimen, Kitten, Falzen, Nageln und Nieten mitgeteilt.

1. Löten.

Löten wird jenes Verfahren genannt, durch welches zwei Metallstücke gleicher oder verschiedener Art mittels eines anderen, im geschmolzenen Zustande zwischen die berührenden Flächen gebrachten, daselbst erstarrenden Metalles verbunden werden. Das Löten gestattet die Verbindung sämtlicher Metalle und Legierungen; da die Verbindungsstelle vollkommen glatt erscheint und ganz unsichtbar gemacht werden kann, wird es sehr häufig angewendet. Das die Verbindung bewirkende Metall, das Lot, hat in der Regel einen niedrigeren Schmelzpunkt als die zu lötenden Metalle; es soll die Neigung haben, an ihnen fest anzuhaften oder sich mit ihnen zu legieren.

Je nach der Höhe des Schmelzpunktes der Lote bezw. der Festigkeit der Verbindung unterscheidet man Weich- oder Schnelllot, und Hart- oder Schlaglot.

Zu den Weichloten gehören in erster Linie die Zinn-Bleilegierungen:

2 Teile Zinn, 1 Teil Blei bilden ein besonders gutes Zinnlot, das bei 171° C schmilzt;

1½ Teile Zinn, 1 Teil Blei bilden ein gewöhnliches Zinnlot, das bei 168° C schmilzt;

1 Teil Zinn, 1 Teil Blei bilden ein besonders gutes Bleilot, das bei 198° C schmilzt;

1 Teil Zinn, 2 Teile Blei bilden ein gewöhnliches Bleilot, das bei 226° C schmilzt.

Gibt man Wismut hinzu, so schmilzt das Lot bei noch niedrigerer Temperatur;

4 Teile Zinn,	4 Teile Blei,	1 Teil Wismut	schmelzen bei	160°
2 „ „	2 „ „	1 „ „	„ „	145°
5 „ „	3 „ „	3 Teile „	„ „	94°

Behufs Weichlöten legt man die metallisch reinen Flächen aneinander und hält sie durch Zangen, Drahtumwicklungen oder Falze

in der Lage fest; sodann bestreicht man sie mit Lötwasser, um die Lötstelle metallisch blank zu erhalten. Das Lötwasser wird erhalten, indem man eine gesättigte Lösung von Zink in gleichen Teilen Salzsäure und Wasser herstellt und etwas Salmiak hinzufügt. Man kann als einen schützenden Überzug auch Kolophonium benützen; dieses hat überdies vor dem Lötwasser den Vorteil, daß es das Metall nicht angreift. Sodann wird die Lötstelle erwärmt und flüssiges Lot ein-

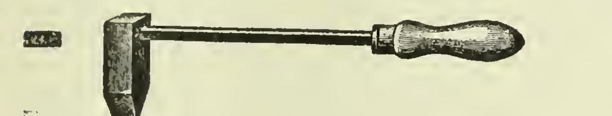


Fig. 474. Hammerkolben.



Fig. 475. Spitzkolben.

fließen gelassen, wobei man sich zumeist des Lötkolbens bedient. Der Lötkolben ist ein prismatisches Kupferstück, welches entweder hammerartig gestaltet und an einer Seite keilförmig zugeschärft ist, oder spitz zuläuft; selbe sind mit Stiel und Griff versehen. (Fig. 474 u. 475).

Der Lötkolben wird entweder im Lötofen erhitzt, oder man bebenützt eigene Apparate, bei welchen die Erhitzung ununterbrochen auch während des Lötens mittels Benzin oder Gas erfolgt.

Der Gaslötapparat von G. Kettmann (Fig. 476) besteht aus einem winkelförmigen Lötkolben *k*, der von der Flamme eines Gasbrenners auf dem größten Teile seiner Länge umspült und eingehüllt wird. Das Gas tritt bei *g* durch den durchbohrten Handgriff ein,

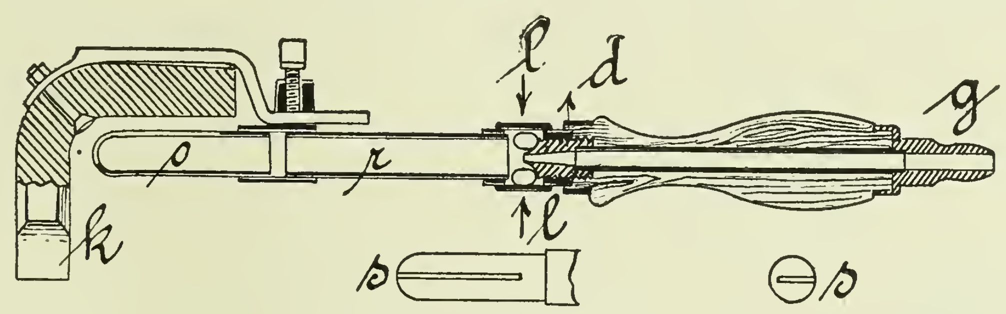


Fig. 476. Gaslötkolben.

strömt mit größerer Geschwindigkeit durch die Düse *d*, reißt dortselbst ein gewisses Luftquantum durch seitliche Löcher *l* in die Röhre *r* hinein, so wie es beim Bunsenbrenner geschieht. Das Gemisch von Gas und Luft gelangt in das Brennerrohr *o* und strömt durch einen Schlitz *s* aus; es brennt dort mit einer nichtleuchtenden Flamme und bewirkt eine schnelle Erhitzung des Lötkolbens *k*. Die Schneide oder Spitze des Lötkolbens ist gut verzinnt, und wenn man nun das in Stangenform befindliche Weichlot anhält, so schmilzt es und gelangt in Tropfenform an die Schneide oder Spitze, von wo aus dasselbe in die Lotfuge eingestrichen wird.

Die wichtigsten Hartlote sind:

2 Teile Kupfer, 1 Teil Zink für Kupfer, Messing und Eisen;
5 Teile schmiedbares Messing, 1 Teil Zink für Kupfer, Messing und Eisen;
1 Teil Kupfer und 1 Teil Zink sind leichtflüssiger als die vorigen;
Gehämmertes Messingblech ebenfalls
19 Teile Silber, 1 Teil Kupfer und 1 Teil Messing bilden das Silberlot der Goldarbeiter;
1 Teil Silber und 1 Teil Messing geben ein Silberlot für Silber, Kupfer und Eisen;
12 Teile Gold, 2 Teile Silber und 4 Teile Kupfer geben ein Goldlot.

Alle diese Lote schmelzen erst bei einer Temperatur von über 425° C. Als Flußmittel zum Reinhalten der Lötflächen dient entweder Borax, oder ein Gemenge von Pottasche, Kochsalz und Borax, welches unter der Einwirkung der Lötflammen bei so hoher Temperatur schmilzt. Das feingekörnte Schlaglot wird mit Borax und Wasser zu einem Breie gemengt und an der Lötstelle aufgelegt.

Um gekörntes Schlaglot herzustellen, wird die geschmolzene Legierung durch einen nassen Rutenbesen ins Wasser gegossen. Seltener wird das Lot zu Pulver gefeilt. Silberlot und Goldlot werden in Form von dünnem Blech verwendet. Das Schmelzen des Lotes erfolgt bei kleinen Gegenständen unter der Einwirkung einer Stichflamme, die erzeugt wird, indem man in eine Spiritus- oder in eine Gasflamme mit dem Lötrohr Luft so einbläst, daß die Flamme wagrecht abgelenkt wird. Das Lötrohr ist ein schlankes, konisches, am Ende hakenförmig abgebogenes Messingröhrchen. Die Windzuführung kann statt mit dem Munde auch von einem Gebläse aus durch einen Schlauch erfolgen. Größere zu lötende Stücke werden in einem Holzkohlenfeuer erhitzt. Der Vorgang ist hiebei folgender: Die miteinander zu verlötenden Stücke bringt man in die richtige Lage zueinander; dann legt man das Lot an oder zwischen die mit Borax bestreute Lötfuge, bindet die Teile mit ausgeglühtem Eisendraht fest zusammen, umhüllt das Ganze mit Lehm und erhitzt so lange, bis man an der grünlichen Färbung erkennt, daß das Lot schmilzt.

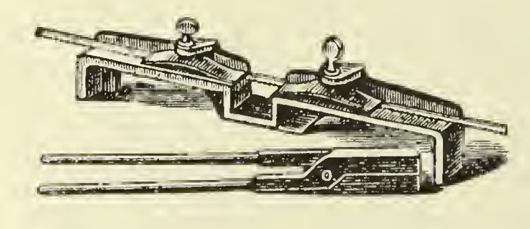


Fig. 477. Lötvorrichtung für Bandsägen.

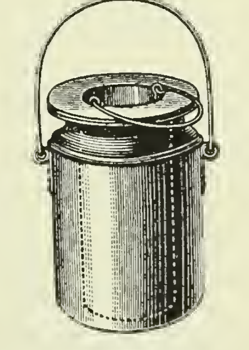
Die Enden einer Bandsäge werden beispielsweise gelötet, daß man sie vorher schräg zufeilt, dann unter Zuhilfenahme der Vorrichtung Fig. 477 so übereinanderlegt, daß der Rücken der Säge genau eine Gerade bildet, und daß zwei Zähne aufeinander kommen; dann

bringt man das Lot in die Fuge, streut Borax darauf und erhitzt mit einer glühend gemachten Flachzange, indem man hiebei die Lötfuge fest zusammenpreßt und so eine dünne Lötnat erzielt.

2. Leimen.

Holzteile werden zumeist durch Leimen miteinander verbunden, wobei ähnlich wie beim Löten eine flüssige Klebemasse zwischen die zu verbindenden Flächen gebracht wird, die zum Teil in die Holzporen einzieht, durch Austrocknen erhärtet und so eine feste Verbindung herstellt. Die Klebemasse selbst, der Leim, wird durch Auskochen von Knorpeln, Sehnen, Hautabfällen gewonnen und in Form von dünnen Tafeln in den Handel gebracht. Man unterscheidet Haut- oder Lederleim und Knochenleim, wovon der erstere wegen seiner größeren Bindekraft vorgezogen wird. Für den Gebrauch wird der Leim vorher im Wasser durch mehrere Stunden eingeweicht und dann im Leimkessel aufgelöst, wobei aber nur so weit erwärmt werden darf, bis der Leim gut flüssig ist; bei stärkerem Erwärmen oder gar beim Kochen verliert er an Bindekraft. Es empfiehlt sich somit die Erwärmung im Wasserbade, wobei die Leimpfanne in einen kupfernen Doppelkessel kommt, der mit Wasser gefüllt ist (Fig. 478).

In der Regel werden nur Holzteile verleimt, die nicht der Nässe ausgesetzt sind, weil der Tischlerleim der Nässe nicht widersteht; doch gibt es auch Leimsorten, die gegen Nässe widerstandsfähig sind, so z. B. der Käseleim — eine Mischung aus Quark und etwas gelöschtem Kalk — ferner Holzkitt, bestehend aus 16 Teilen Leim, 64 Teilen Wasser und 9 Teilen Leinölfirnis, die unter Umrühren und Kochen gemischt werden. Das Auftragen des Leimes auf die zu verbindenden Holzflächen geschieht mit einem Borstenpinsel (Leimpinsel), u. zw. möglichst schnell, damit der Leim bis zum Anpressen der Werkstücke gehörig flüssig bleibt. Das Zusammenpressen wird mit Hilfe der Leimzwingen und Pressen vorgenommen, wobei man gewöhnlich zur Verteilung des Druckes über eine größere Fläche starke Zwischenstücke, sogenannte Zulagen, unterlegt. Ist die Leimung gut ausgeführt, so hält sie sehr fest, so daß sich z. B. zwei auf eine gewisse Länge übereinandergeleimte Holzleisten nicht oder nur teilweise in der Leimfuge lösen, wenn man sie gewaltsam auseinanderbricht.


Fig. 478. Leimpfanne.

3. Kitten.

Zur Verbindung von Metall- oder Holzteilen findet Kitt nur wenig Verwendung, weil die Festigkeit der Verkittung gering und unsicher ist.

Eisen wird rostig, wenn man es mit Salmiak oder Kochsalzwasser oder einer verdünnten Säure bestreicht; somit können ineinandergesteckte Teile durch Zusammenrosten verbunden werden.

Bezüglich der Herstellung von Kitten unterscheidet man:

1. Öl- oder Firniskitt, eine aus Schlemmkreide, Bleiglätte und anderen Pulvern wie auch Leinölfirnis hergestellte, teigige Masse, die nach einiger Zeit an der Luft erhärtet und dann gut dichtet. Minium- oder Mennigekitt, aus Mennige und Firnis hergestellt, wird zur Dichtung von Rohrleitungen benützt.

2. Harzkitt ist eine Auflösung von Harz in Alkohol, oder von Kautschuk in Benzin; er wird zum Aufkitten von Metall auf Leder verwendet.

Eine Mischung von Kolophonium mit Ziegelmehl wird zum Einkitten der Messer- und Gabelangeln in Heften benützt, indem man diesen Kitt durch Erhitzen schmilzt und in die Höhlung eingießt.

3. Leimkitt wird durch Verrühren von Kreide, Kalk oder Gips in Leimwasser hergestellt und zum Aufkitten von Metall auf Glas verwendet.

Das Verfahren beim Kitten ist einfach; es besteht darin, daß man die zu verbindenden Oberflächen durch Bürsten, Schaben oder Feilen gut reinigt und den Kitt gleichmäßig mit einem Spatel in dünner Schicht aufträgt.

4. Falzen.

Falzen nennt man die Vereinigung zweier Bleche durch Umbiegen und Übereinanderlegen der zusammenstoßenden Ränder. Es wird zur Herstellung von Gefäßen, Dacheindeckungen u. s. w. viel verwendet. Man unterscheidet den einfachen Falz, wobei die Ränder nur einmal umgebogen sind (Fig. 479 *a* u. *b*); ferner den doppelten Falz, bei dem die Ränder zweimal umgebogen sind, so daß die entstehende Rippe entweder nach aufwärts steht (Fig. 479 *c*) oder umgelegt ist (Fig 479 *d*). Man kann auch einen eigenen, übergeschobenen Falzstreifen (Fig. 479 *e*) verwenden, der die umgebogenen Ränder der Bleche klammerartig umfaßt. Da hiebei ein Aushaken, wie es beim einfachen Falze leicht vorkommen kann, nicht

möglich ist, wird er vielfach verwendet.

Das Umbiegen geschieht mit der Falzzange oder Deckzange, d. i. einer Flachzange mit bis 150 *mm* breitem Maul (Fig. 480 *a* gerade, *b* ge-

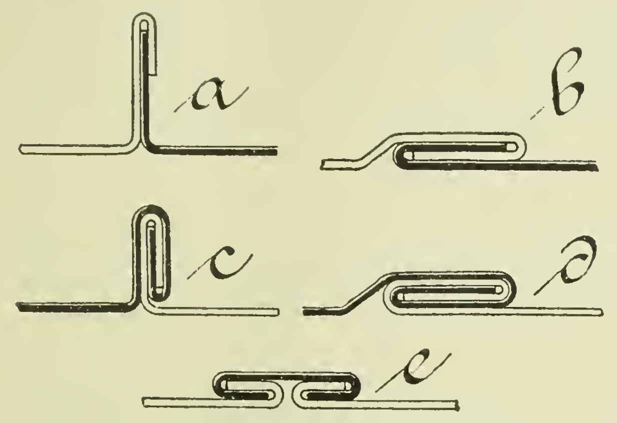


Fig. 479. Verschiedene Falze.

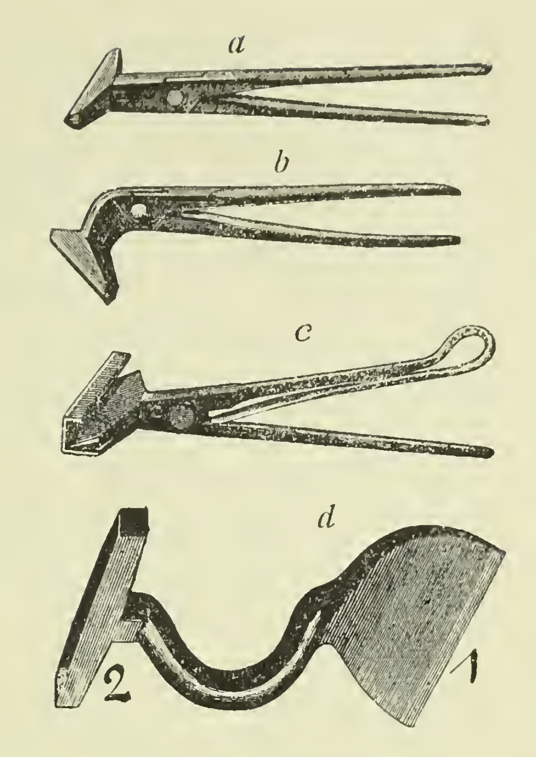


Fig. 480. Deckzangen und Falz- oder Schaleisen.

bogen, *c* mit Feder). Man verwendet hiezu auch das Falz- oder Schaleisen (Fig. 470 *d*), welches mit der linken Hand an dem krummen Schafte gehalten und mit der Kante der schaufelartigen Platte 1 oder der prismatischen Schiene 2 parallel zum Blechrande angelegt wird, während man mit der rechten Hand Hammerschläge führt und so das Blech umbiegt. Bei fabrikmäßiger Erzeugung verwendet man die Abkantmaschinen (Fig. 216).

5. Nageln.

Nägel werden zur Verbindung von Holz mit Holz oder mit Metall verwendet; sie sind zumeist aus Eisen, seltener aus Messing, Kupfer oder Zink. Die Verbindung hält durch Reibung, weil der Nagel gewaltsam in das Holz eingetrieben wird. Bei größeren Nägeln wird ein Loch vorgebohrt, um das Eintreiben zu erleichtern. Man verwendet hauptsächlich geschmiedete Nägel und Drahtnägel (oder Drahtstifte). Der geschmiedete Nagel ist im Schafte konisch, allmählich in eine Spitze zulaufend und hat einen rechteckigen Querschnitt, während der Drahtstift einfach ein Stück runden, vier- oder dreikantigen Draht darstellt, an dessen einem Ende ein Kopf angestaucht ist, während das andere Ende zu einer pyramidenförmigen Spitze gepreßt wurde. Naturgemäß halten die geschmiedeten Nägel besser als Drahtstifte, weil der rechteckige Querschnitt eine größere Reibungsfläche

bietet und der Schaft infolge seiner konischen Form in der ganzen Länge festgeklemmt wird. Der Nagelkopf hat entweder die Form einer flachen Pyramide oder einer Scheibe.

Man verfertigt auch Nägel aus Blech, indem man dieses in Streifen schneidet und letztere mit einer Schere dadurch in einzelne Nägel zerteilt, daß man den Blechstreifen abwechselnd einmal ein wenig nach rechts, einmal nach links wendet, so daß die Nägel keilförmig werden. An dem dickeren Ende der abgeschnittenen Stücke wird dann der Kopf angestaucht, während das dünne Ende die allerdings unvollkommene Spitze bildet.

Man verwendet hauptsächlich:

1. Schiffnägel, bis 30 *cm* lang, 20 *mm* dick, mit quadratischem Querschnitt. Der Schaft ist oft schraubenartig gewunden, damit er im Holze mehr Halt besitzt.

2. Bodennägel, 10 *cm* lang und 5 *mm* dick, zum Befestigen der hölzernen Fußböden.

3. Lattennägel, 9 *cm* lang.

4. Halbe Lattennägel, 7 *cm* lang 1000 Stück 6—7½ *kg* wiegend.

5. Brettnägel, 6 *cm* lang, 1000 Stück 4—5 *kg* wiegend.

6. Halbe Brettnägel, 5 *cm* lang, 1000 Stück 2—3½ *kg* wiegend.

7. Schindelnägel, 5—8 *cm* lang, quadratisch, statt eines Kopfes dient das dicke, auf etwa 6 *mm* lang flachgeschlagene Ende, welches sich beim Einschlagen in die Schindeln umbiegt.

8. Schloßnägel, 3—4 *cm* lang, 1000 Stück 1—2 *kg* wiegend.

9. Halbe Schloßnägel, 2½ *cm* lang, 1000 Stück 0·75—1 *kg* wiegend.

10. Schiefernägel, 4 *cm* lang, 1000 Stück 1½ *kg*. wiegend. Statt der eisernen Schiefernägel sind gegossene Bronzenägel vorzuziehen. Beim Dachdecken mit Zinkblech werden Zinknägel verwendet.

6. Nieten.

Unter Vernietung versteht man die Verbindung zweier oder mehrerer Körper mit Nieten (Nietnägeln oder Nietbolzen). Die Nieten sind stabförmige Metallstücke, welche durch passende Löcher der zu verbindenden Körper hindurchgesteckt und an den Enden durch Stauchen derart verdickt werden, daß sie die Körper zusammenhalten Zuweilen hat ein Arbeitsstück selbst zapfenförmige Ansätze, welche

durch Löcher des anderen hindurchgesteckt und durch Stauchen darin befestigt werden.

Die Verbindung soll entweder nur fest sein, wie bei Brücken, oder fest und dicht, wie bei Dampfkesseln, oder es soll der verbindende Bolzen zugleich den Gelenkzapfen bilden, wie bei Scheren, Galle'schen Ketten u. s. w.

Der eine Kopf der Nieten, der Setzkopf, wird gewöhnlich schon vorher erzeugt, so daß beim Nieten nur der zweite Kopf, der Schließkopf, gebildet zu werden braucht. Erfolgt die Anfertigung der Nieten durch Handarbeit, so hält man den Nietbolzen in einem Nageleisen so fest, daß das für den Nietkopf nötige Material vorsteht; dann wird der Kopf mit Hammerschlägen roh angestaucht; schließlich wird ein Obergesenk, das Schelleisen, aufgesetzt, um die genaue Form einer Kugelkappe oder eines Kegels herzustellen. Das fertige Niet wird von unten mit einem Stahlstift ausgestoßen, indem man letzteren mit einem Fußtritthebel aus dem Nageleisen empordrückt.

In den Nieten- und Schraubenfabriken verwendet man zur Massenerzeugung eigene Nietenmaschinen. Diese Spezialmaschinen arbeiten entweder hammerartig, wie die mechanischen Hämmer — oder drückend, wie die Schrauben-, Exzenter, Kniehebel- oder hydraulische Pressen. So kann man eine Lochmaschine leicht als Nietkopfpresse benützen, indem man statt des Lochstempels einen schelleisenartigen Nietstempel, und statt der Matrize ein Nageleisen einsetzt. Damit der Nietkopf rein wird, muß immer etwas mehr Material zur Verfügung stehen; dieses bildet um den Nietkopf herum einen Grat, welcher Grat dann in der Nietenputzmaschine mit einem scharfrandigen Hohlzylinder abgeschert wird. Messing- und Kupfernieten, sowie kleine Eisennieten, werden in kaltem Zustande erzeugt; für größere Eisen- und Stahlnieten hingegen wird der Bolzen in einem besonderen Nietenglühofen glühend gemacht.

Das Vernieten findet entweder mit Handwerkzeugen oder mittels Nietmaschinen statt.

Bei der Handnieterei wird das Niet durch das vorher gelochte oder gebohrte Arbeitsstück hindurchgesteckt, und der Setzkopf entweder durch den Amboß oder einen schweren Setzhammer, den Vorhalter, unterstützt; zuerst wird mit dem Zuschlaghammer der Schließkopf roh angestaucht, dann aber mit dem Schelleisen fertig gemacht. Der 40—60 *kg* schwere Vorhalter wird mit seinem Stiele durch einen Bock gestützt, der sich wie eine Wagenwinde höher und tiefer stellen läßt.

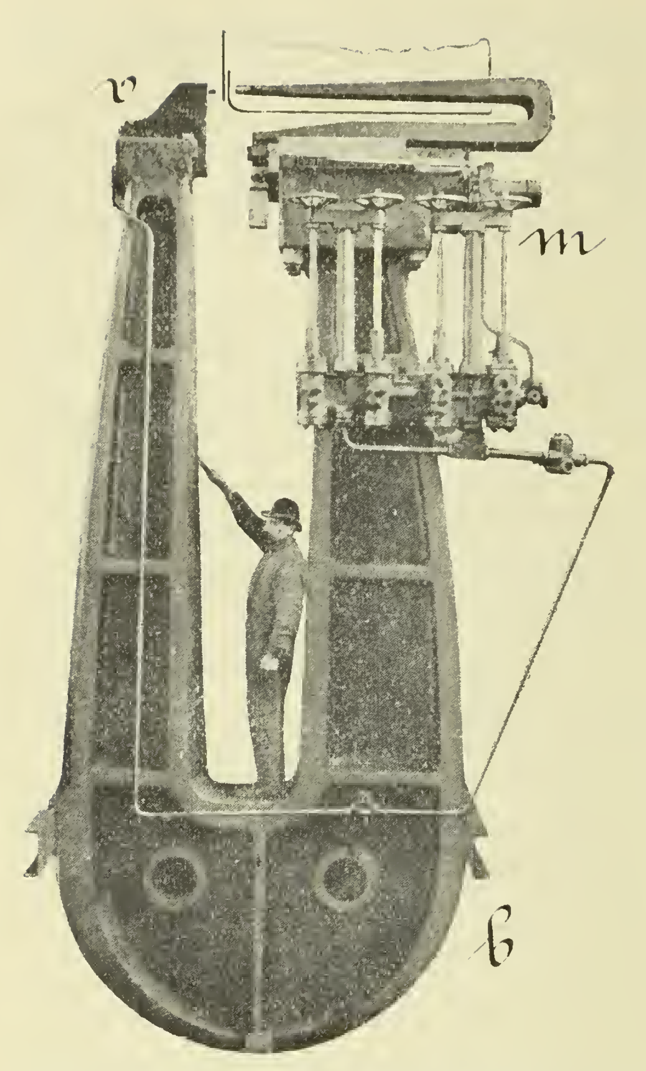


Fig. 481. Hydraulische Nietmaschine mit 3·75 *m* Maultiefe.

Die Handnietung wird immer mehr durch die Maschinennietung mit hydraulischen Nietmaschinen verdrängt. Diese Nietung fällt viel besser aus, weil bei dem langsam wirkenden Preßdruck auch der Nietschaft gestaucht, das Nietloch somit vollständig ausgefüllt wird, was bei Handnietung nicht der Fall ist. Eine stationäre Nietmaschine von der Prager Maschinenbau A.-G. vorm. Breitfeld, Daněk & Ko. zeigt Fig. 481. Sie ist nach dem Patent Schönbach für dreifach veränderlichen Nietdruck, je nach der Nietstärke, mit innerem Blechschlußdrucke und äußerem Anrichtedrucke, auch für Stiftennietung eingerichtet. Sie besteht aus einem gußstählernen Bügel *b*, dem Maschinenkopf *m* und Vorhalter *v*. In der Figur ist eine eigene Vorrichtung aufmontiert, um Feuer büchsen für Lokomotiven zu vernieten.

Die innere Einrichtung des Maschinenkopfes und des Vorhalters zeigt Fig. 482. Der Körper des Maschinenkopfes besteht aus Gußeisen, in welchem die beiden Führungsstücke *b* und *c* an gehärteten Linealführungen gleiten. Der hydraulische Nietzylinder besteht aus Phosphorbronze und ist im Maschinenkopf eingeschraubt. Die Fläche des Nietzylinders ist zerlegt in die größere Ringfläche B_1 und die kleinere Fläche B_2, welche entweder einzeln oder gemeinsam unter Druck gesetzt werden können, je nachdem die Ventile D_1 und D einzeln, oder beide zugleich geöffnet werden.

Das Führungsstück *b*, welches das Schelleisen *s* trägt, kann durch die Druckkolben B_1 oder B_2 betätigt werden; das Führungsstück *c*, welches die Krone *k* trägt, wird durch einen besonderen kleinen Hilfskolben *H* bewegt, welcher zugleich als Rückzugskolben dient, indem seine vordere Seite konstant unter Druck steht. Die Steuerungen S und S_1, entlastete Kolbenschieber, werden von einem

gemeinschaftlichen Handhebel betätigt. Wird der Handhebel auf halben Hub gestellt, so wird durch Steuerung S_1 Druckwasser hinter H eingelassen; das Führungsstück c und die Krone k gehen vorwärts. Die Platte p nimmt nach dem kurzen Wege z auch das Führungs-

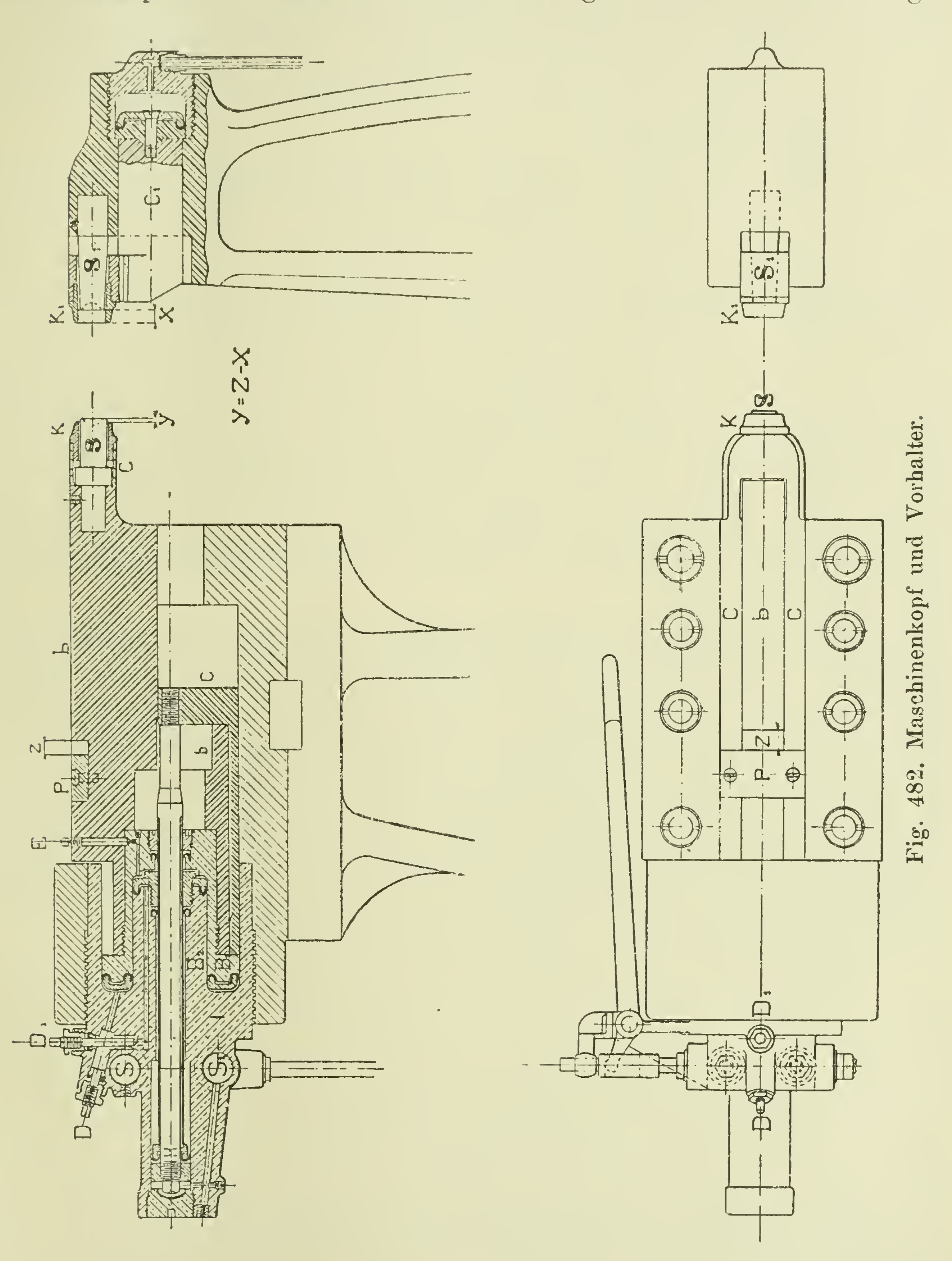


Fig. 482. Maschinenkopf und Vorhalter.

stück b, den Schelleisenträger, mit; daher bewegen sich nun das Schelleisen s und die Krone k gemeinschaftlich unter dem Einfluß des kleinen Kolbens H, also mit geringem Wasserverbrauch vorwärts, bis die Krone k an das Arbeitsstück anstößt.

Erst jetzt wird der Handhebel in seine Endstellung gezogen, wodurch die Steuerung S in Funktion tritt und Druckwasser hinter den großen Kolben B_1 oder B_2 einläßt. Während des vorhergegangenen, leeren Weges waren B_1 und B_2 mit dem Ablaßrohr in Verbindung; es fließt aus diesem, unter dem Drucke eines damit verbundenen, hochstehenden Reservoirs, Abflußwasser hinter B_1 und B_2, so daß das in der zweiten Periode hinter B_1 und B_2 eintretende Druckwasser alle toten Räume gefüllt findet.

Auf der Seite des Vorhalters steht das Schelleisen s_1 fest. Die Krone k_1 steht unter dem Drucke des Kolbens C, welcher mit einem besonderen kleinen Akkumulator in Verbindung steht, dessen Belastung leicht verändert werden kann, so daß der Druck von C sich auf $^1/_4\ B_1$ oder $^1/_4\ B_2$ oder $^1/_4\ (B_1 + B_2)$ einstellen läßt. Der Kolben C_1 hält die Krone k_1 in einer solchen Lage, daß ihr vorderer Rand um einen Betrag x vor dem Schelleisen s_1 vorsteht, der so bemessen ist, daß zwischen Arbeitsstück und k_1 gerade jene Länge des Nietstiftes Platz findet, welche zur Bildung eines Nietkopfes notwendig ist. In ganz gleicher Weise ist das früher erwähnte Maß z so bemessen, daß nach erfolgtem Anschlage der Platte p an b die Krone k vor s um den Betrag x vorsteht.

Es ist somit nach Beendigung aller toten Wege unter dem Einflusse des Hilfskolbens H das Arbeitsstück zwischen k und k_1 durch den Druck von H eingespannt und das Material des Nietstiftes zu beiden Seiten des Arbeitsstückes gleichmäßig verteilt. Wird der Steuerhebel weiter auf Druck gezogen, so geht s unter dem Drucke von B_1 oder B_2 oder $B_1 + B_2$ vorwärts, es staucht sich zuerst unter Zurückweichung von k der Kopf bei s an, bis der Widerstand größer wird als der Druck des Kolbens C_1, worauf k_1 ebenfalls zurückweicht uud der Kopf bei s und s_1 gleichzeitig fertiggepreßt wird.

Während dieser Bewegungen ist das Arbeitsstück zwischen k und k_1 eingespannt und kann keine seitliche Bewegung machen; dadurch ist die zentrische Lage der Nietköpfe gesichert. Die Materialverteilung des Stiftes ist vollkommen, denn es kann kein Material von einer Seite auf die andere fließen, weil die geringste Stauchung auf einer Seite dies verhindert. Fig. 483 *a* zeigt die einzelnen Phasen des Arbeitsvorganges bei der Stiftennietung, während Fig. 483 *b* das gewöhnliche Nieten veranschaulicht. Im letzteren Falle ist die Krone k entfernt worden, und der Nietkopf wird unter Blechschluß bei k_1 hergestellt.

Der Wasserdruck beim Nieten beträgt bis 125 Atm.; das Druckwasser wird von der Pumpe zuerst in Akkumulatoren geliefert. Ferner

ist ein hydraulischer Kran nötig, welcher vom Nieter gesteuert werden kann, um das Arbeitsstück schnell und bequem einstellen zu können. Der Druck des Nietstempels ist bei kleinen Maschinen

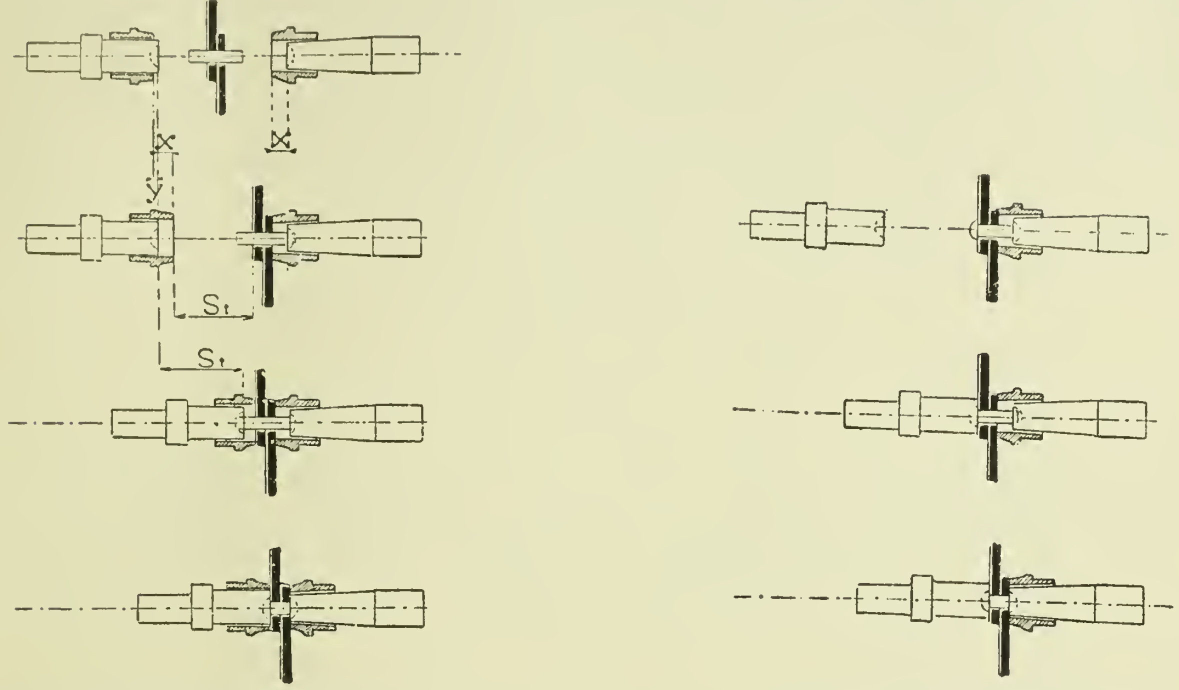


Fig. 483 *a*. Arbeitsvorgang bei Stiftennietung.

Fig. 483 *b*. Gewöhnliches Nieten.

20—40 *t*, bei den großen 60—120 *t*. Die stündliche Leistungsfähigkeit einer Maschine beträgt 120—300 Niete bei 20—35 *mm* Nietdurchmesser.

Die unter dem Abschnitt „Das Schmieden" beschriebenen Preßluftwerkzeuge mit Schlagwirkung werden zur Herstellung von Vernietungen bis zu 30 *mm* Nietstärke verwendet; sie liefern eine vorzügliche Arbeit. Die Leistung beträgt etwa 50 Niete in der Stunde bei einer Nietmannschaft von drei Mann. Im allgemeinen stellt sich die pneumatische Nietung etwa 50—60% billiger als Handnietung.

Sechster Abschnitt.

Verschönerungs- und Konservierungsarbeiten.

Viele Gegenstände, die durch die vorhergehend beschriebenen Arbeiten erzeugt wurden, sind schon gebrauchsfertig, andere hingegen erfordern noch eine weitere Behandlung der Oberfläche, teils um ihr ein schöneres Aussehen zu geben, teils auch, um sie gegen schädliche

Einflüsse der Luft, der Feuchtigkeit u. s. w. zu schützen. Metallgegenstände überziehen sich bei der Herstellung infolge des Erwärmens, der Einwirkung von Säuren u. s. w. oft mit einer Schichte Oxyd, Schwefelmetall etc.; diese ist nachträglich zu entfernen, damit die schöne Naturfarbe des Metalles zum Vorschein kommt. Ist die eigene Metallfarbe unansehnlich, so überzieht man den Gegenstand mit einer Schicht von Kupfer, Nickel, Gold etc. Holzgegenstände erhalten auch zumeist einen eigenen Überzug, um die Oberfläche entweder glänzend und glatt zu machen oder sie anders zu färben.

Mitunter wird durch den Überzug dem Gegenstande erst seine Gebrauchsfähigkeit erteilt, wie durch das Verzinnen den kupfernen Kochkesseln, durch das Emaillieren dem eisernen Kochgeschirr u. s. w. Die Arbeiten werden teils durch chemische, teils durch mechanische Hilfsmittel bewerkstelligt; sie lassen sich im allgemeinen einteilen in:

1. Reinigen der Oberfläche durch chemische Mittel (Beizen) und Färben mit einer bestimmten Farbe;
2. Polieren;
3. Ätzen;
4. Überziehen der Oberfläche mit verschiedenen Substanzen:
   a) Emaillieren;
   b) Vergolden, Vernickeln, Verzinnen, Anstreichen, Firnissen u. s. w.;
   c) Furnieren;
5. Konservieren des Holzes.

1. Beizen und Färben.

Das Abbeizen, Abbrennen, Gelbbrennen, Weißsieden und Goldfärben sind nahe verwandte Arbeiten, wodurch entweder Oxydschichten durch schwache Säuren, gewöhnlich Schwefelsäure, entfernt werden, um so die natürliche Farbe des Metalles zum Vorschein zu bringen, oder bei denen durch kurze Einwirkung einer starken Säure auf einen aus einer Legierung hergestellten Gegenstand das eine Metall aufgelöst wird, z. B. aus Messing das Zink (Gelbbrennen), aus Silber das Kupfer (Weißsieden), aus dem Golde das Kupfer oder Silber. Das Sieden des Silbers erfolgt in verdünnter Schwefelsäure; vorher müssen die Silbergegenstände geglüht werden, um das etwa anhaftende Öl zu verbrennen und das Kupfer zu oxydieren. Die beim Färben des Goldes anzuwendende Beize ist je nach der Goldlegierung verschieden zusammengesetzt, z. B. aus 1 Teil Kochsalz, 2 Teilen Salpetersäure und $1\frac{1}{2}$ Teilen rauchender Salzsäure. Die vorher gesottenen Goldarbeiten werden, an einem Platindraht hängend, durch fünf Minuten in

die siedende Farbe eingetaucht, dann zuerst in kochendem und endlich in kaltem Wasser abgewaschen.

Das Färben des Holzes wird bewirkt, indem man es entweder mit einer Brühe aus Farbstoff tränkt, oder mit einer ätzenden Flüssigkeit behandelt. Als Farbstoffbrühen verwendet man Abkochungen von Farbhölzern — Blauholz, Gelbholz, Kurkuma u. s. w. — oder Auflösungen von Farbstoffen, wie Indigo, Fuchsin, Anilin u. s. w., die mit einem Pinsel oder einem Schwamme aufgetragen werden. Als Beize verwendet man z. B. Salpetersäure, die, auf das Holz aufgetragen, den Holzstoff gelb bis braun färbt.

2. Polieren.

Eine Fläche erscheint glänzend, wenn sie, wie ein Spiegel, das Licht regelmäßig reflektiert, d. h. wenn parallele Lichtstrahlen auch parallel, in einem Bündel vereinigt, zurückstrahlen. Je glätter die Oberfläche ist, desto größer ist ihr Glanz.

Eine Oberfläche kann auf dreierlei Weise glänzend gemacht werden, u. zw. durch Abschleifen der vorstehenden Erhöhungen, durch Niederdrücken dieser Erhöhungen oder durch Ausfüllen der Vertiefungen mit einem anderen Stoffe, der sogenannten Politur.

a) Polieren durch Schleifen.

Das Schleifen wurde bereits in einem früheren Abschnitt behandelt; beim Glanzschleifen ist der Arbeitsvorgang wesentlich derselbe, nur sind die Schleifmittel gewöhnlich ganz fein pulverisiert. Beim Gebrauche wird das Pulver mit Wasser, Weingeist oder Öl zu einem Brei angemacht und in einer dünnen Schicht auf das Polierwerkzeug aufgetragen. Das letztere ist oft ein einfacher Lappen aus Leder, Filz, Tuch oder Leinwand, der mit der Hand gegen das Werkstück angedrückt wird. Entweder macht hiebei der Lappen, indem man ihn mit der Hand hin und herbewegt, die Arbeitsbewegung, oder man erteilt dem in eine Drehbank eingespannten Werkstück eine schnelle Drehbewegung und braucht dann den Lappen bloß anzudrücken. Viel gebraucht werden auch die Schleif- und Polierfeilen oder -hölzer, die, wenn sie mit Schmirgel überzogen sind, Schmirgelfeilen, Schmirgelhölzer heißen. Die metallenen Polierfeilen bestehen entweder aus glatten Eisen- oder Stahlstäbchen oder aus einer besonderen Legierung. Die hölzernen Feilen sind aus weichem Linden- oder Weidenholz gemacht, damit sich die Schmirgelkörner leicht eindrücken. Häufig sind die Hölzer auch mit Leder oder Tuch überzogen. Bei der in Fig. 484 dargestellten Schmirgelkluppe

sind zwei Hölzer durch eine Schraube verbunden, so daß das in der Drehbank eingespannte, zylindrische Werkstück bequem umfaßt werden kann.

Zum Abschmirgeln kleiner Gegenstände benützt man Schmirgelpapier, Glaspapier, Bimssteinpapier u. s. w.

Zur Herstellung einer hohen Politur verwendet man Schleif- oder Polierscheiben; selbe sind aus Metall, Holz, Leder oder Tuch verfertigt und erhalten eine rasche Drehung.

Die zu polierenden Gegenstände müssen zuerst matt vorgeschliffen werden, wozu man feingeschlemmten Schmirgel benützt, der mit einer verdünnten, heißen Leimlösung auf der Polierscheibe

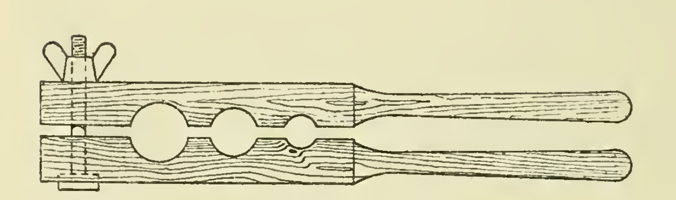


Fig. 484. Schmirgelkluppe.



Fig. 485. Polierscheibe mit Wallroßlederüberzug.

Fig. 485) dadurch befestigt wird, daß man ihn mit dem Leimwasser vermengt und das Leder der Polierscheibe gleichmäßig damit überzieht. Nach dem Trocknen des ersten Anstriches kann ein zweiter und dritter Überzug aufgetragen werden. Beim Schleifen wird Öl verwendet. Nach Abnützung des Schleifmittels wird der Rest mit warmem Wasser aufgeweicht und mit einem Messer abgekratzt, ehe man die Polierscheibe mit einem neuen Anstriche versieht. Unrund gewordene Scheiben werden auf der Drehbank rund gedreht. Nach dem Mattschleifen erfolgt die Glanzpolitur, indem man auf das reine Leder ein ganz feines, sehr zart angreifendes Polierpulver aufträgt. Hieher gehört der Wienerkalk, d. i. ein gebrannter, ungelöschter Kalk; ferner Eisenoxyd (Polierrot, Krokus), Zinnasche (Zinnoxyd), Kreide, Tripel, Graphit, Kienruß, gebrannte Knochen u. s. w.

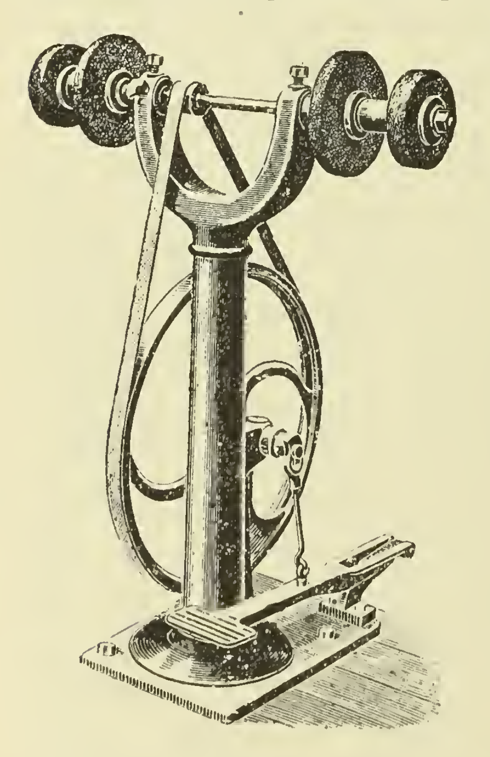


Fig. 486. Schleif- u. Poliermaschine von A. Eichler in Wien, IV.

Zur Erzielung von Hochglanz, namentlich bei verzierten Sachen, empfiehlt

sich die Verwendung einer Tuchscheibe, die aus einzelnen Tuchlagen zusammengesetzt ist.

Eine kleine Poliermaschine zeigt Fig. 486; auf deren Achse sind innen zwei Schleifscheiben, außen zwei Polierscheiben befestigt, so daß man bei Arbeiten, die einen fortwährenden Wechsel der anzuwendenden Schleifscheiben bedingen, selbe sofort zur Verfügung hat.

b) Polieren durch Druck.

Wird auf ein Werkstück aus dehnbarem Material mit einem harten Werkzeug ein entsprechend großer Druck ausgeübt, so drückt sich letzteres in das Werkstück ein. Hält man ein mit erhabenen Verzierungen versehenes hartes Stahlrädchen, das Rändelrädchen Fig. 487, an ein rotierendes Arbeitsstück, so drückt sich die Verzierung in die Oberfläche ein; man erzeugt so gerändelte Schraubenköpfe, verzierte Handgriffe, die Grübchen in den Fingerhüten u. s. w. Bei dem Werkzeug Fig. 487 sind drei Sätze *a*, *b* und *c* von je zwei Rädchen jederzeit zur Hand, so daß keine Zeit verloren geht, wenn man von einer gröberen Rändelung zu einer feineren übergehen will. Das eine von den zwei zusammengehörigen Rädchen drückt rechtsdiagonal gestellte Nuten, das andere linksdiagonale, so daß die Oberfläche ein gekörntes Ansehen erhält. Wenn nun die Aufsetzfläche des Werkzeuges glatt ist und man das Werkstück damit überfährt, so erhält letzteres auch eine glatte, glänzende Oberfläche; darauf beruht das Polieren durch Druck.

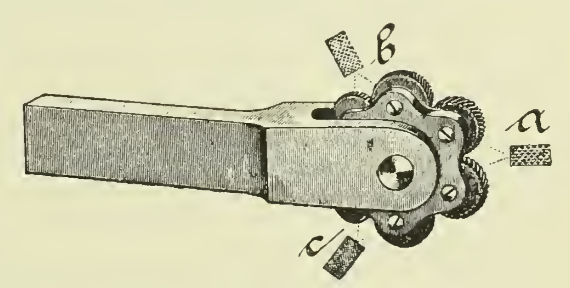


Fig. 487. Rändelrädchen.

Als Werkzeug wird ein glasharter Stahl (Polierstahl) oder ein harter Stein (Polierstein) benützt, dessen glatte Oberfläche mit Öl oder Seifenwasser schlüpfrig gemacht wird. Dieses Werkzeug wird auf das Werkstück aufgesetzt und unter entsprechendem Drucke auf der Oberfläche hin- und hergeschoben, bis die gewünschte Glätte erzielt ist. Die Polierstähle sind 6 *cm* lange, spitz zulaufende Stahlstücke von kreisrundem oder eiförmigem Querschnitt, die gehärtet und aufs feinste poliert sind. Sie stecken mit einer Angel in einem hölzernen Griffe, so daß man sie wie einen Schnitzer bequem halten, also einen starken Druck ausüben kann. Zu Poliersteinen eignen sich Jaspis, Achat, Chalcedon u. a.

Dieses Polierverfahren findet gewöhnlich nur bei weicheren Metallen (Kupfer, Gold, Silber u. s. w.) und auf kleineren Flächen Verwendung.

c) Polieren durch Ausfüllen der Vertiefungen.

Holz kann durch Schleifen nur einen geringen Glanz annehmen, weil es porös ist und eine unregelmäßige Struktur besitzt. Um eine ununterbrochene, glatte Fläche zu erzeugen, muß man die an die Oberfläche tretenden Poren mit einer Substanz verschließen und auch die sonstigen Vertiefungen ausfüllen. Die flüssige Substanz, welche eingerieben bezw. aufgetragen wird, heißt Politur, die Arbeit selbst Polieren.

In der Hauptsache besteht die Politur aus Harz, Gummi oder Wachs, welche Stoffe in einer Flüssigkeit gelöst werden, die leicht und schnell verdunstet und die feste Masse als dünnen Überzug zurückläßt. Gewöhnlich verwendet man Schellack in Weingeist, u. zw. 1 Teil auf 8 Teile Weingeist.

Die Holzfläche wird vorher mit der Ziehklinge glatt geschabt und mit Bimsstein gut abgeschliffen. Dann nimmt man ein Polierbäuschchen, bestehend aus einem Schwamme oder lockeren Lappen, der in alte feine Leinwand eingeschlagen wird. Dieser kleine Bausch oder Ballen wird mit Politur getränkt und unter gelindem Drucke auf der Holzfläche hin und her bewegt; so wird eine dünne Politurschicht aufgetragen. Indem der Weingeist schnell trocknet, entsteht eine klebrige Schicht, welche die Arbeit erschwert; wenn man einige Tropfen Leinöl auf die Oberfläche des Ballens auftröpfelt, wird dieser Übelstand gemildert. Um Hochglanz zu erzeugen, muß die Oberfläche mehrmals überpoliert werden, wozu viel Übung und Geschicklichkeit erforderlich sind. Wenn man nur einen geringen Glanz haben will, werden z. B. Möbel (so wie Parkette) mit Wachspolitur behandelt. Das Polierwachs besteht aus 10 Teilen Wachs und 6 Teilen Terpentinöl; es bildet eine halbflüssige Masse, die mit einem Lappenballen oder einer steifen Bürste eingerieben wird.

3. Ätzen.

Auf Metallgegenständen kann man eine beliebige Zeichnung hervorbringen und so die Oberfläche verschönern, indem man einzelne Stellen derselben mit Säuren behandelt. Man kann hiebei entweder vertiefte oder erhabene Figuren hervorbringen (Tiefätzen und Hochätzen).

Beim Tiefätzen versieht man die Oberfläche mit einem schützenden Überzuge aus einer harzigen oder ähnlichen Masse — dem Ätzgrunde — und ritzt in diesen die zu ätzenden Linien ein, so daß

die Metallfläche bloßgelegt wird. Läßt man nun das Ätzwasser einwirken, so werden die freigelegten Stellen eingeätzt. Beim Hochätzen werden umgekehrt die Linien, welche die Figur bilden sollen, mit dem Ätzgrunde bedeckt, so daß die dazwischenliegenden Flächen nach dem Ätzen vertieft erscheinen.

Der Ätzgrund besteht z. B. aus 2 Teilen weißem Wachs, 2 Teilen Mastix und 1 Teil Asphalt. Das Auftragen erfolgt auf zweierlei Arten. Der zu ätzende Gegenstand wird entweder erwärmt und man fährt dann mit einem Stücke der Masse, die in feine Leiwand eingeschlagen wurde, unter gelindem Drucke darüber hin; oder man löst den Ätzgrund in Terpentinöl oder Benzin und trägt ihn mit einem weichen Pinsel auf.

Das Ätzwasser richtet sich nach dem Metall: für Kupfer, Silber und Messing dient verdünnte Salpetersäure; für Eisen und Stahl benützt man 420 Gewichtsteile Wasser, 15 Teile Quecksilberchlorid, 1 Teil Weinsteinsäure und 16—20 Tropfen Salpetersäure; für Gold dient Königswasser. Zum Hochätzen blankpolierter Stahlarbeiten benützt man auch Salzsäuredämpfe. Auch der galvanische Strom läßt sich benützen, z. B. bei Kupfer, wenn man es als Anode in verdünnte Schwefelsäure einhängt; an den freigelegten Stellen wird das Kupfer gelöst.

4. Überziehen der Oberfläche mit verschiedenen Substanzen.

a) Emaillieren.

Schmelz, Glasschmelz oder Email ist eine Glasmasse, die eine niedrigere Schmelztemperatur hat, als der zu überziehende Gegenstand. Glasschmelz kann demnach auf dem Gegenstande durch Aufschmelzen haftbar gemacht werden, wodurch sich nach dem Erstarren ein glasiger Überzug bildet. Das Email der Geschirre muß noch anderen Bedingungen entsprechen; es muß dem Einflusse von Säuren widerstehen, darf sich bei den verschiedenen Temperaturschwankungen nicht abblättern, bei leichten Schlägen und Stößen nicht abspringen; endlich darf es auch nicht gesundheitsschädlich sein. Es folgt hieraus, daß die Emaillierung der Kochgeschirre viel schwieriger ist, als die der Zifferblätter, Schmucksachen, u. s. w.

Die Grundbestandteile des Emails sind Kieselsäure (Quarz) und Alkalien, denen noch eine Anzahl anderer Körper beigemischt sind, teils um die Widerstandsfähigkeit oder den Glanz zu erhöhen, teils um die Schmelztemperatur zu erniedrigen und den Ausdehnungskoeffizienten zu beeinflussen. Borsäure erniedrigt die Schmelztemperatur, ebenso Bleioxyd. Zinnasche (Zinnoxyd) macht das Email weiß und undurchsichtig. Jenes Email, welches dem sogenannten Milchglase

ähnlich ist, erhält Knochenasche (Kalziumphosphat) zugesetzt. Zum Färben benützt man Metalloxyde, z. B. Kobaltoxyd für Blau, Kupferoxyd für Grün, antimonsaures Kalium für Gelb, Goldpurpur für Rot u. s. w. Die Bestandteile, aus denen der Glasschmelz zusammengesetzt ist, werden vorerst in Tiegeln zusammengeschmolzen; sodann wird die erkaltete Masse zu einem feinen Pulver gemahlen. Der zu emaillierende Gegenstand wird rein abgebeizt, die Emailschicht in Form eines dünnen Breies aufgetragen und in einem Muffelofen eingebrannt. Die Muffeln werden vorher zur Weißglut erhitzt, und die Geschirre bleiben etwa 15—20 Minuten darin. Während dieser Zeit muß man sie aber einigemal drehen, damit die Glasmasse überall gleich dick wird. Zu diesem Zwecke befindet sich in der Tür zur Muffel ein länglicher Schlitz zur Einführung einer eisernen Gabel, mit welcher die Geschirre an den Henkeln gefaßt und gewendet werden.

Beim Emaillieren gußeiserner Kochgeschirre muß man vorerst eine Zwischenschicht — den Grund oder die Grundmasse — auf das Metall aufbrennen; selbe enthält kein Zinnoxyd und ist so strengflüssig, daß sie in heller Rotglut nur sintert, also nach dem Einbrennen eine porige Masse bildet. Diese Zwischenschicht besitzt eine gewisse Zähigkeit und Ausdehnungsfähigkeit, welche die eigentliche Emailschicht — die Deckmasse oder Glasur — vor dem Abspringen schützen. Letztere ist eine leichtflüssigere Masse, die in der Muffel vollständig zum Schmelzen gebracht wird.

b) Überziehen mit Ölfarbe, Firnis, Metall.

Diese Arbeiten werden ausgeführt, um den Gegenständen einesteils ein schöneres Ansehen zu geben, andernteils sie gegen Rosten oder Fäulnis zu schützen.

Unter Anstrich versteht man einen farbigen Überzug, eine undurchsichtige Decke, die mit dem Pinsel aufgetragen wird. Auf große Flächen kann man die Farbe mit einem Luftstrahl zerstäuben und aufspritzen.

Unter Firnis versteht man Öl, welches an der Luft langsam trocknet und einen harten, durchsichtigen Überzug bildet; Lacke werden aus Harzen hergestellt, welche in Weingeist, Terpentinöl oder Leinölfirnis gelöst, aufgetragen werden.

Unter Ölfarbe versteht man eine Mischung von Firnis mit Farbe, die man mit ungekochtem Leinöl oder Terpentinöl verdünnen kann. Gewöhnlich wird der Gegenstand erst grundiert, d. h. ein unterer Anstrich gegeben, der vornehmlich bloß konservierend wirken soll und aus billigem Material: Graphit, Mennige, Blei- oder Zinkweiß,

Eisenmennige u. s. w., hergestellt wird. Ist der Grund gut getrocknet, so folgt dann die obere Lage des Anstriches; hiebei werden Deckfarben oder Lasurfarben verwendet. Deckfarben verdecken nach ein- bis zweimaligem Anstrich vollkommen die darunter befindliche Grundfarbe; zu ihnen gehören Blei- und Zinkweiß, Blei- und Eisenmennige, Zinnober, Kobaltblau, Ocker, Terra Siena, Umbra, Kasselerbraun, Chromgelb u. s. w.

Lasurfarben, z. B. Ultramarin, Berlinerblau, Indigo, Karmin u. s. w. lassen auch in dickeren Lagen die darunter befindliche Schicht durchscheinen.

Messingwaren erhalten Lacküberzüge, um das Metall vor dem „Anlaufen“ zu schützen. Holzgegenstände, wie Tabletten, Teebüchsen u. s. w., werden durch mehrmaliges Lackieren, dem ein Abschleifen mit geschlemmtem Bimsstein vorangeht, vollkommen spiegelglatt und glänzend.

Gas- und Wasserleitungsröhren, Kanalgitter u. s. w. werden in heißem Zustande in ein Teerbad eingetaucht; dadurch wird eine dauerhafte Schutzdecke erzielt.

Metallüberzüge auf Metall- oder Holzgegenständen werden verschieden befestigt:

α) Mittels Klebemittel,
β) „ Aufschmelzens,
γ) „ Adhäsion infolge starken Druckes,
δ) „ „ „ chemischer Affinität.

α) Mittels Klebemittel werden Metallpulver oder dünne Metallblätter (Folie) befestigt, um minderwertigen Zink- oder Eisengegenständen das Aussehen besserer Metalle zu geben. Das Metallpulver zum Bronzieren wird erzeugt, indem geschlagenes Blattmetall mit Honig oder Glyzerin gemischt zwischen zwei Steinflächen zerrieben und das entstandene Pulver mit Wasser ausgewaschen wird; man erhält aus Kupfer rote oder Kupferbronze, aus Neusilber weiße Bronze und aus Messing gelbe Bronze. (Siehe auch Seite 117.)

Die zu bronzierenden Gegenstände werden mit Firnis oder mit Leim überstrichen und vor dem völligen Trocknen mit Bronzepulver eingestaubt; Holzgegenstände erhalten z. B. Leimvergoldung, indem man die Gegenstände zuerst mit Leimwasser tränkt dann etwa zehnmal mit weißer Farbe (Leimwasser mit Kreide) anstreicht, hierauf etwa viermal eine rote oder gelbe Farbe, das Poliment, aufträgt; nach dem Trocknen wird das Poliment mit Leinwand glatt abgerieben, mit verdünntem Weingeist wieder etwas angefeuchte, und mit Blattgold belegt. Wenn man nachher mit einem Polierstein das aufgetragene Blattgold überfährt, kann man einen hohen Glanz

erzielen. Die Vergoldung erhält durch einen dünnen Gummilack noch mehr Feuer.

β) Mittels des Aufschmelzens werden Kupfer, Messing und Eisen mit Zinn oder Zink überzogen; ebenso Kupfer mit Blei. Bedingung ist hiebei, daß die zu überziehenden Gegenstände metallisch rein sind, beziehungsweise mit Säuren oder Salzen unmittelbar vor dem Aufschmelzen gereinigt und auch während des Prozesses gegen Oxydation geschützt werden. Das als Überzug dienende, leicht schmelzbare Metall wird gewöhnlich in einem Kessel geschmolzen und auf eine bestimmte, genau einzuhaltende Temperatur gebracht, bei der sich ein entsprechend dicker, fest anhaftender Überzug bildet. Ist die Temperatur zu hoch, so haftet das geschmolzene Metall schlecht an dem festen Metalle; bei nicht ausreichender Temperatur erstarrt ersteres zu rasch und bildet einen zu dicken Überzug. Beispielsweise sei erwähnt:

Das Verzinnen des Eisens.

Um kleine Gegenstände aus Eisen — Nägel, Haken, Schrauben — zu verzinnen, beizt man sie in verdünnter Schwefelsäure völlig blank, spült in Wasser ab, trocknet sie mit Sägespänen und wirft sie in einen mit geschmolzenem Zinn gefüllten, eisernen Kessel. Nach kurzer Zeit nimmt man die Gegenstände mit einer Gabel heraus und kühlt sie in einem Wassergefäße ab.

Größere Gegenstände werden an einem Drahte in das Zinnbad eingehängt und gewöhnlich zweimal verzinnt u. zw. zuerst mit minder reinem, dann mit ganz reinem Zinn.

Sehr viel werden verzinnte Eisenbleche, sogenannte Weißbleche, verwendet, die vor den unverzinnten Blechen (Schwarzblechen) den Vorzug besitzen, daß sie sich beim Verarbeiten leichter löten lassen. Die Weißblecherzeugung wurde zuerst im Erzgebirge in Böhmen ausgebildet, später nach anderen Ländern des Kontinentes und nach England verpflanzt.

Die Flußeisenbleche werden zuerst in Säure gebeizt, abgespült, getrocknet, möglichst luftdicht in gußeiserne Kisten verpackt und in einem Flammofen 8—10 Stunden in heller Rotglut geglüht; dann wird langsam erkalten gelassen, um das Material ganz weich und geschmeidig zu machen. Um die Bleche zu glätten, werden sie zwischen polierten Hartwalzen einigemal kalt gewalzt, worauf man sie ein zweitesmal bei etwas niedrigerer Temperatur glüht, um die beim Kaltwalzen entstandene Sprödigkeit wieder zu beheben. Das beim Glühen entstandene Oxydhäutchen wird mit sehr schwacher Säure abgebeizt, worauf die Bleche in Kalkwasser gestellt werden. Das eigentliche Verzinnen

erfolgt nach verschiedenen Verfahrungsarten. Z. B. Fig. 488 zeigt fünf gußeiserne Kessel, die in einem Herd eingemauert sind. Der erste Kessel *a* enthält Palmfett oder Talk, welches durch Übergießen von heißem Fett aus den anderen Kesseln auf einer Temperatur von 100° C erhalten wird. In diesen Kessel werden von den gebeizten und im Kalkwasser stehenden Blechen etwa 200 Stück in schräger Lage eingesetzt, wodurch das Wasser verdunstet. Nach zehn Minuten werden die Bleche mittels einer Zange in den Kessel *b* übertragen, der bleihaltiges Zinn enthält und Zinnkessel heißt. Das Zinn hat eine Temperatur von 350° C und ist zum Schutze vor Oxydation mit einer handhohen Fettschicht bedeckt.

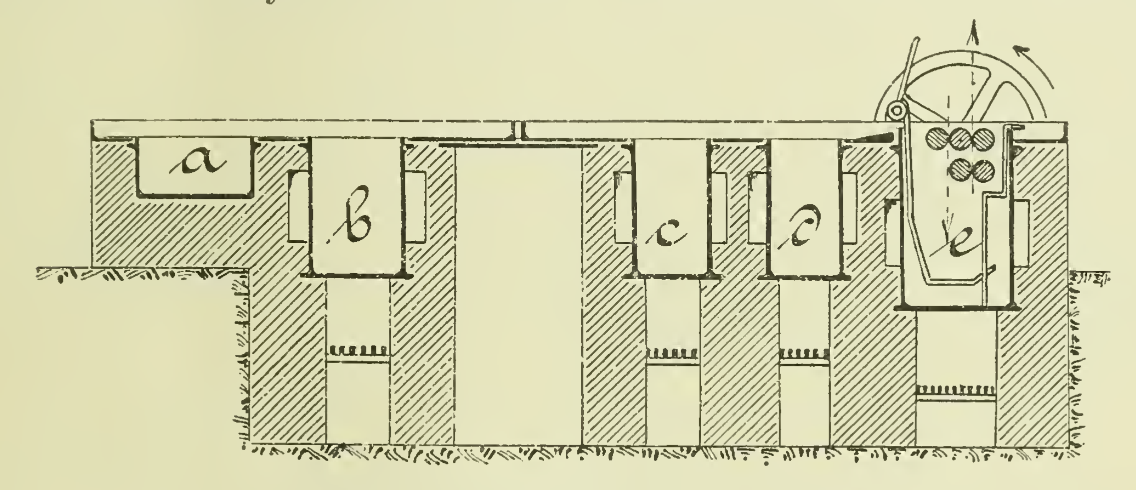


Fig. 488. Fünfkesseliger Verzinnungsherd.

Nach zehn Minuten werden die Bleche in den Bürstkessel *c* gebracht, der reineres Zinn von etwas niederer Temperatur enthält. Nach weiteren zehn Minuten werden die Bleche einzeln auf die zwischen *b* und *c* befindliche Platte gelegt und mit einer Hanfbürste auf beiden Seiten abgebürstet. Hierauf werden die Bleche einzeln in den Kessel *d* eingetaucht, der ganz reines Zinn von 250° C enthält, und kommen dann sofort in den Walzkessel *e*, der mit reinem Palmfett von 240° C gefüllt ist. In diesem Kessel rotieren Walzen; man läßt durch die ersteren zwei das Blech nach unten führen, von wo es in einen aus Eisenstäben gebildeten Korb fällt. Dieser Korb wird dann mit einem Handhebel nach rechts bewegt und etwas gehoben, so daß die Blechtafel von den rechten Walzenpaaren gefaßt und wieder emporgeführt wird. Bei diesem Durchgange wird ein Teil des Zinnes abgestreift, und dadurch eine bedeutende Ersparnis an Zinn erzielt. Das emporkommende Blech wird mit einer Zange erfaßt, auf einen Tisch gelegt und mit Werg vom anhaftenden Fette gereinigt.

Das Verzinnen von gußeisernen Gefäßen u. s. w. gelingt nur schwer, weil das Gußeisen sehr kohlenstoffhaltig ist. Man

muß solche Gefäße erst oberflächlich entkohlen oder das Gußeisen in schmiedbaren Guß verwandeln.

Das Verzinnen von kupfernen Kochgeschirren erfolgt einfach derart, daß man sie mit verdünnter Schwefelsäure beizt, trocknet und erhitzt, hierauf geschmolzenes Zinn und etwas Salmiak hineingießt, mit einem Wergbüschel verstreicht und den Überschuß ausgießt.

Das Verzinken des Eisens wird bei Blech für Dacheindeckungen und bei Draht für Einfriedungen vorgenommen, weil das Verzinken billiger ist und das Eisen besser gegen Verrosten schützt, da das Zink in Berührung mit Eisen positiv elektrisch wird, das Eisen hingegen negativ. Bei der Zerlegung von Wasser wird daher der Sauerstoff vom Zink gebunden und das Eisen kann selbst an bloßgelegten Stellen nicht rosten. Das Verzinken erfolgt in der Weise, daß die vorher gebeizten Bleche in ein Bad von Zinkchlorid und Salmiak kommen, dann getrocknet und schließlich in geschmolzenes Zink eingetaucht werden, welches sich in einem gußeisernen Kessel befindet und mit einer Salmiakschicht bedeckt ist.

γ) Vermittels Adhäsion infolge starken Druckes.

Dieses Verfahren heißt Plattieren und ist mit dem Schweißen verwandt, indem zwei Metallstücke nur durch innige Berührung miteinander verbunden werden. Man plattiert Bleche, u. zw. Kupferbleche mit Silber oder Gold, Eisenbleche mit Nickel, ferner Drähte, u. zw. Kupferdrähte mit Silber oder Gold, auch Silberdrähte mit Gold. Nickelplattierte Eisenbleche finden für Kochgeschirre viel Verwendung.

Das Verfahren besteht z. B. beim Plattieren von Kupfer mit Silber darin, daß man ein Kupferblech von 20 *mm* Dicke metallisch vollkommen reinigt, indem man es mit einer Lösung von Silbernitrat bestreicht, und so einen metallischen Silberüberzug bildet. Darüber legt man eine etwas größere Feinsilberplatte, klopft die Ränder um, erhitzt bis zur Rotglut und walzt mehrmals rasch hintereinander durch ein Walzwerk hindurch. Das weitere Auswalzen erfolgt im kalten Zustande.

δ) Vermittels Adhäsion infolge chemischer Affinität.

Taucht man ein Metall in die Lösung des Salzes eines anderen Metalles, so zerlegt sich häufig das Salz, und es findet auf der Oberfläche des eingetauchten Metalles eine Metallausscheidung statt, deren Entstehung in der chemischen Affinität begründet ist. Eisen scheidet

aus einer Kupfervitriollösung sofort Kupfer ab, wird somit verkupfert; gewöhnlich werden die Eisengegenstände mit Zinkdraht umwickelt und durch 1—3 Tage in der Vitriollösung belassen.

Besser und schneller kommt man zum Ziele, wenn man für die Zersetzung der Lösung einen von außen her zugeleiteten, elektrischen Strom, u. zw. derart benützt, daß man die zu überziehenden Gegenstände als Kathode benützt, während ein Blech, welches aus dem Metalle der Salzlösung besteht, als Anode dient. Die Salzlösung muß man alkalisch oder neutral nehmen, damit die Arbeitsstücke nicht angegriffen werden.

Die galvanische Vergoldung erfolgt in einem Goldbade, welches wie folgt bereitet wird: Indem man $3^1/_2$ Teile reines Dukatengold in 50 Teile Königswasser gibt und erwärmt, wird das Gold aufgelöst. Nach dem Auflösen wird so lange eingedampft, bis die Lösung dick und rot erscheint. Beim Erkalten scheiden sich aus der Lösung Kristalle von gelbem Goldchlorid aus. 10 *g* von diesem wird nun mit 40 *g* Cyankalium und 2 *g* Ammoniakspiritus in etwa 1 *l* Wasser aufgelöst. Die sorgfältig gereinigten Gegenstände werden zum Zwecke der Vergoldung an einem Platindrahte in die Flüssigkeit eingehängt, sodann der elektrische Strom durchgeleitet. Alle 2—4 Minuten werden die Gegenstände herausgenommen und mit Weinstein abgebürstet, bis die gewünschte Vergoldung erreicht ist.

Nickel wird aus Lösungen von Sulfat oder Nickelammoniumsulfalt ausgeschieden. Man löst z. B. 4 Teile salpetersaures Nickeloxydul in 4 Teilen Ätzammoniak und gibt 150 Teile Wasser und 50 Teile saures, schwefligsaures Natron hinzu.

Um schöne und dauerhafte Überzüge zu erhalten, muß man alle Umstände genau beachten, besonders die Stromdichte, d. i. die Anzahl der Ampère auf 1 dm^2 der Kathodenfläche, die Temperatur und die Sättigung der Lösung. Es gibt viele Bücher, welche bewährte Vorschriften über die Bereitung der Bäder und das ganze Arbeitsverfahren enthalten; selbe mögen zu Rate gezogen werden.

c) Furnieren.

Bekleidet der Tischler Möbel, die aus weichem Holze hergestellt sind, mit einer anderen, edleren und schöneren Holzart, so nennt man diese Arbeit Furnieren. Die dünnen, hiezu verwendeten Blätter heißen Furniere; man unterscheidet nach der Herstellung Säge- und Messerfurniere. Maserfurniere sind aus dem Wurzelende des Stammes hergestellt, Vogelaugen-Ahornfurniere werden vom Umfang des Stammes abgenommen. Gewöhnlich sind die Furniere $^1/_2$—2 *mm* stark. Mit der Säge kann man nur starke Furniere herstellen; hingegen

lassen sich mit der wie ein Hobel wirkenden Messermaschine ganz dünne Furniere schneiden, doch muß das Holz vorher durch Dämpfen weich und schmiegsam gemacht werden. Das Furnier wird entweder unmittelbar auf das „Blindholz“ aufgeleimt, oder man gibt bei den besten Arbeiten zwischenhinein noch ein 3 *mm* starkes „Blindfurnier“ aus Pappelholz, dessen Faserrichtung dann quergelegt wird, so daß kein Krummziehen oder Werfen eintreten kann. Wegen des Werfens müssen die Bretter auch stets auf beiden Seiten furniert werden.

5. Konservieren des Holzes.

Das Holz kann vor Fäulnis geschützt werden, indem man die der Zersetzung unterliegenden Bestandteile aus dem Holze entfernt, oder das Holz mit fäulniswidrigen Stoffen tränkt, oder endlich den Zutritt der Feuchtigkeit hindert.

a) Der Zellsaft enthält Eiweiß und Holzgummi, also Stoffe, die Fäulnispilzen einen guten Nährboden bieten. Diese Stoffe lassen sich bei weichen Hölzern durch einfaches Liegenlassen in fließendem Wasser auslaugen; kleine Holzstücke werden ausgekocht, in großen Fabriken, wo viel Holz zur Verarbeitung gelangt, wird es gedämpft. Im letzteren Falle hat man lange, eiserne oder besser hölzerne Kasten, in welche man das Holz einlegt. Die Kasten werden dann luftdicht verschlossen; hierauf wird durch 2—3 Tage Dampf von 0·2 Atm. Spannung eingeleitet; nachher wird das Holz noch durch einige Wochen mit Wasser ausgelaugt und schließlich bei 50° C scharf getrocknet.

b) Die Schwellen der Eisenbahnschienen, die Telegraphenstangen und hölzernen Maste für elektrische Leitungen werden mit Kupfervitriol, Teer, auch mit Chlorquecksilber oder Chlorzink getränkt. Nach dem System von Boucherie wird eine einprozentige Kupfervitriollösung hergestellt und selbe in ein Gefäß gebracht, das sich auf einem 10 *m* hohen Gerüste befindet. Unter dieses werden am Erdboden die zu imprägnierenden Holzstämme nebeneinander hingelegt; an das eine Hirnende des Stammes wird je eine Kappe wasserdicht aufgesetzt und der Hohlraum der Kappe durch eine Rohrleitung mit dem Gefäße verbunden. Der Druck der Vitriollösung treibt nun den Holzsaft durch den Stamm hindurch, so daß am anderen Ende eine zuerst braune Flüssigkeit austritt; nimmt die austretende Flüssigkeit aber die bläuliche Färbung der Vitriollösung an, so ist das Imprägnieren beendet.

Die Schwellen werden behufs Imprägnierens mit Teer auf einem eisernen Wagen in einen Kessel gefahren; dieser wird geschlossen

und evakuiert, d. h. luftleer gemacht, dann mit heißem, schwerem Teeröl gefüllt, wobei ein Druck von 10 Atm. erzeugt wird. (Verfahren von Bethell.)

Nach dem Verfahren von Kyan werden die Schwellen durch zehn Tage in eine Sublimatlösung (1 Tl. auf 100 Tle. Wasser) einfach eingelegt; hiebei dringt die Flüssigkeit nur etwa 1 *cm* tief ein.

Oft werden die Holzmaste und Zaunsäulen am unteren Ende nur mit Teer oder Karbolineum angestrichen oder oberflächlich angekohlt. Das Ankohlen, sowie das Dörren des Holzes bei einer höheren Temperatur bewirkt, daß das Pflanzenalbumin koaguliert, fest wird; das Holz fault daher weniger leicht. Scharfes Austrocknen benimmt dem Holze auch die hygroskopische Eigenschaft.

c) Wenn man die Poren des Holzes mit einem Ölfarbenanstrich verschließt und hiedurch den Zutritt der Feuchtigkeit hindert, so kann keine Fäulnis eintreten. Auf diese Weise schützt man die hölzernen Fensterrahmen, Zäune, Möbel u. s. w., muß aber darauf bedacht sein, den Anstrich rechtzeitig zu erneuern. Die Balkenköpfe der Tramböden schützt man durch aufgeschobene Blechkappen gegen die Feuchtigkeit der Mauer.

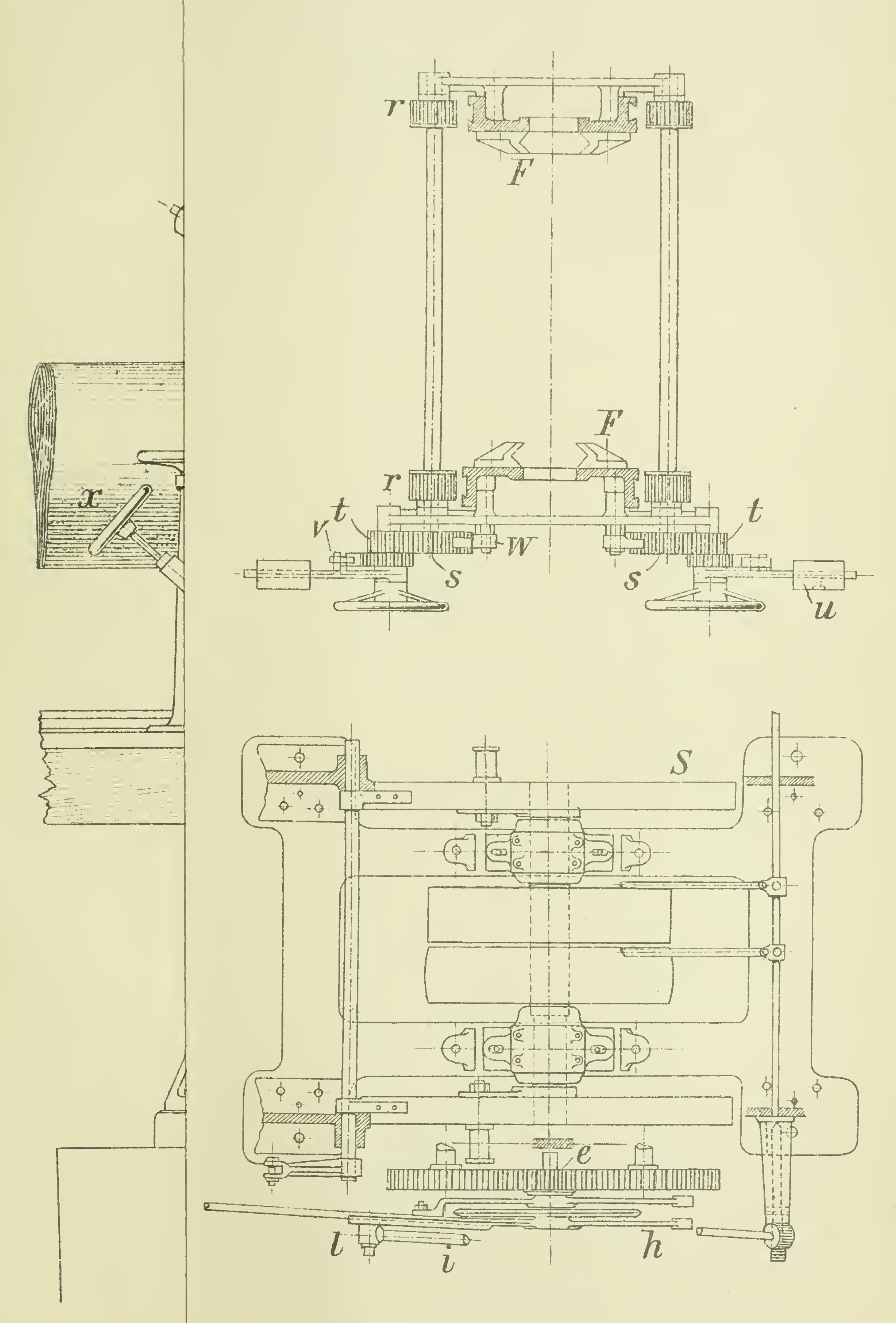
Die Mittel gegen das Faulen des Holzes verhindern zum Teil auch das Schwinden und Quellen, sowie das hiemit verbundene Krummziehen, Werfen und Reißen des Holzes.

Die Dauer des Holzes hängt von der Art desselben und von der Verwendung ab; der Kranz eines hölzernen Wasserrades aus Fichten- oder Föhrenholz hält nur 10—20 Jahre, eine eichene Wasserradwelle 50 Jahre; natürliche Eisenbahnschwellen aus Kiefernholz dauern 8 Jahre, imprägnierte 14 Jahre

---

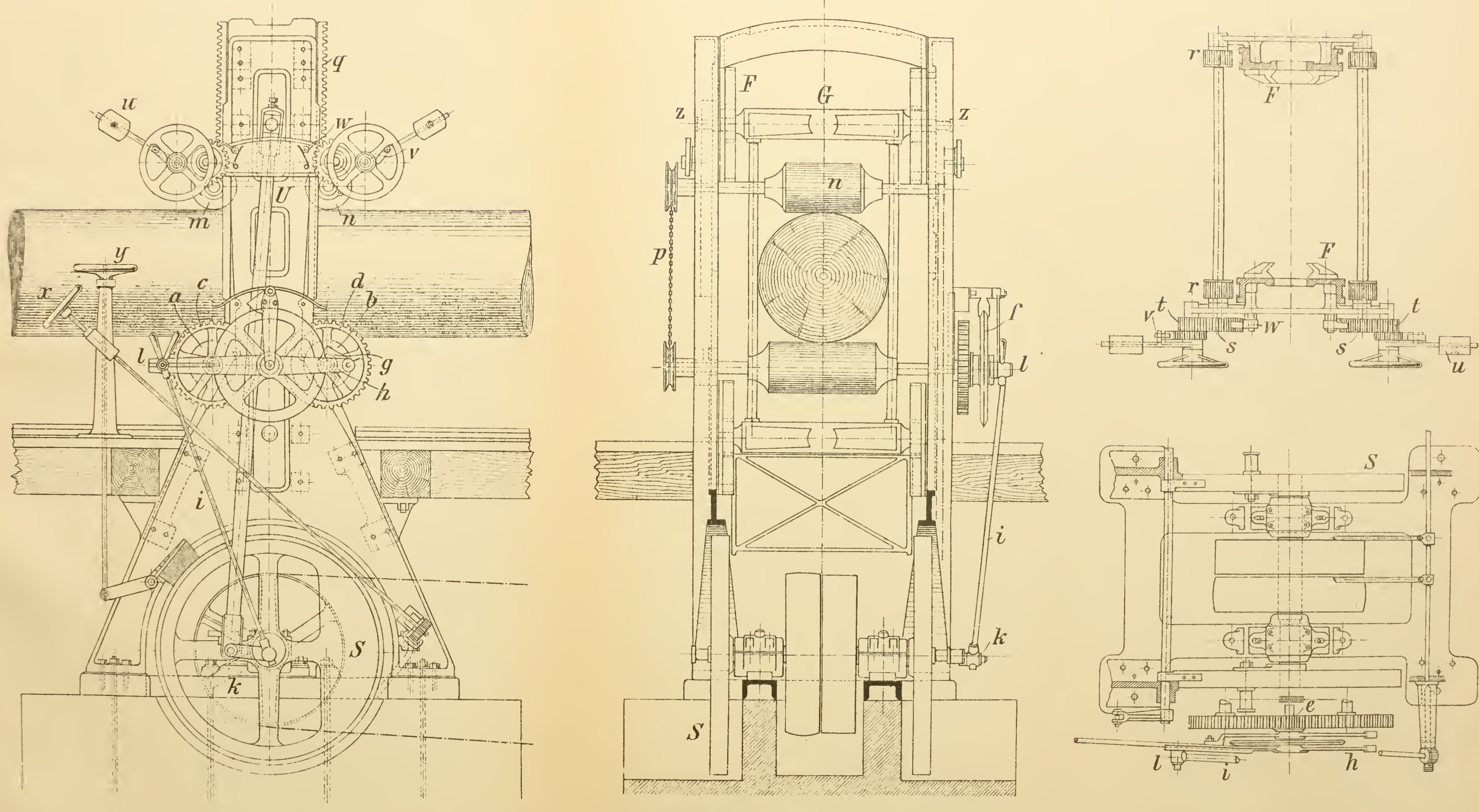
Sachregister.

K. u. K. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska, Teschen.



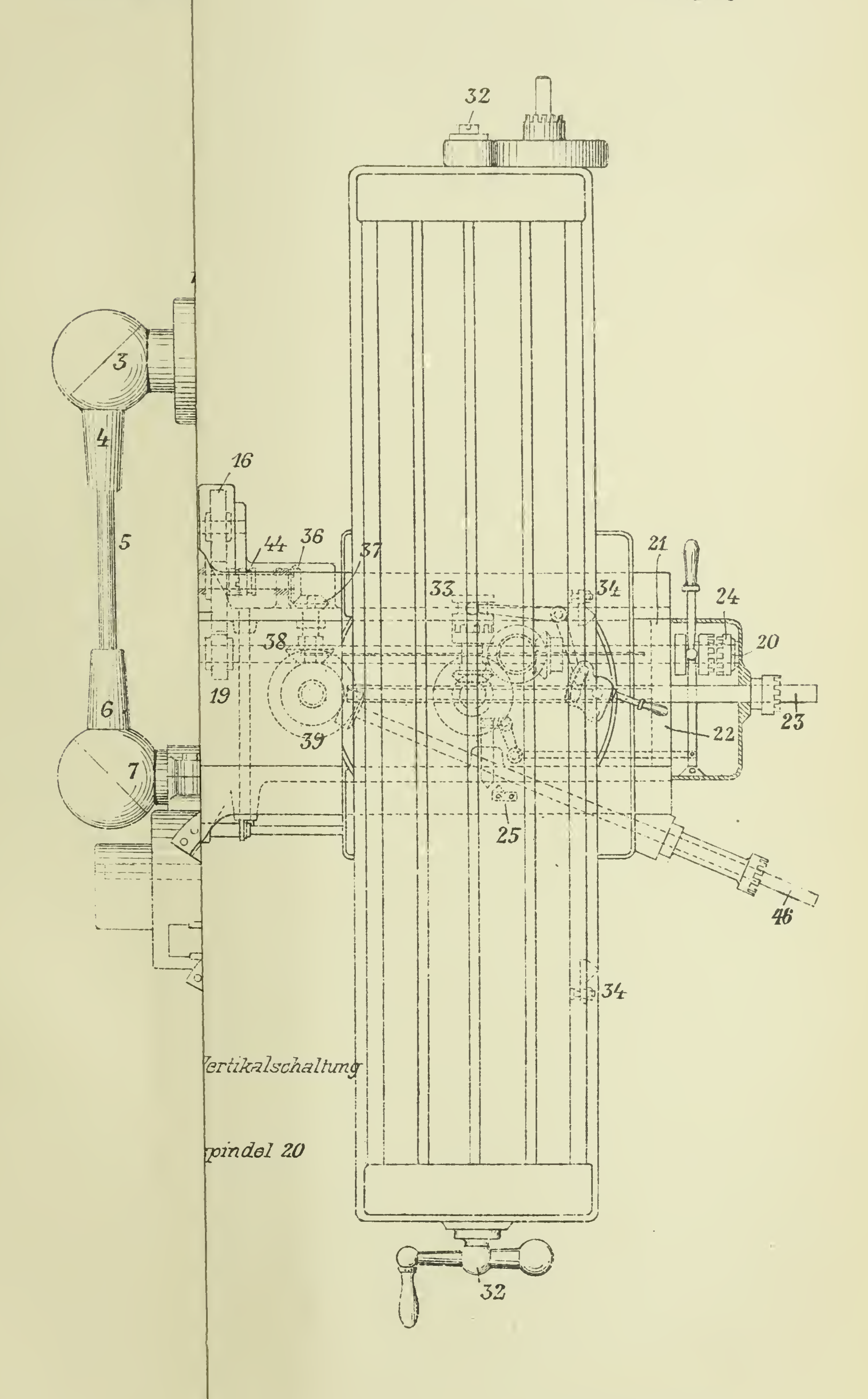
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Vollgatter der Masch. Fabrik „Erfordia".



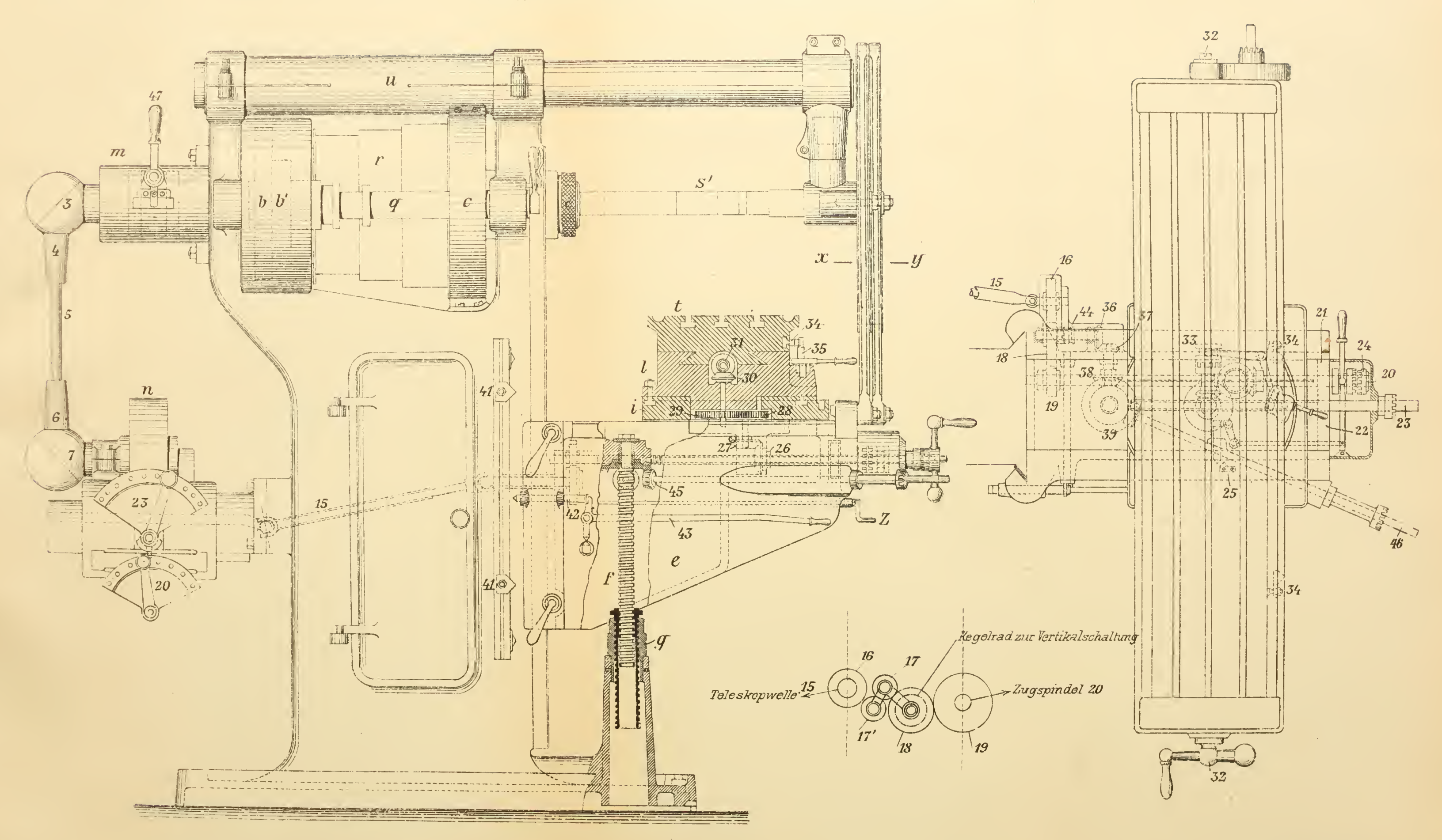
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



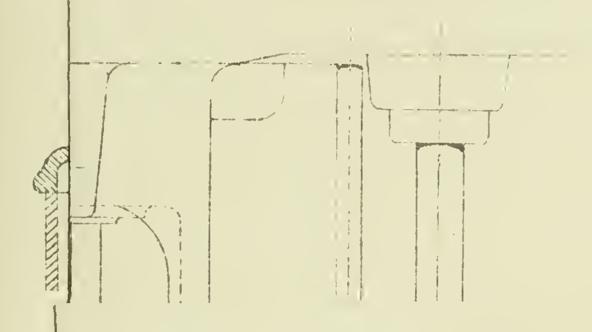
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

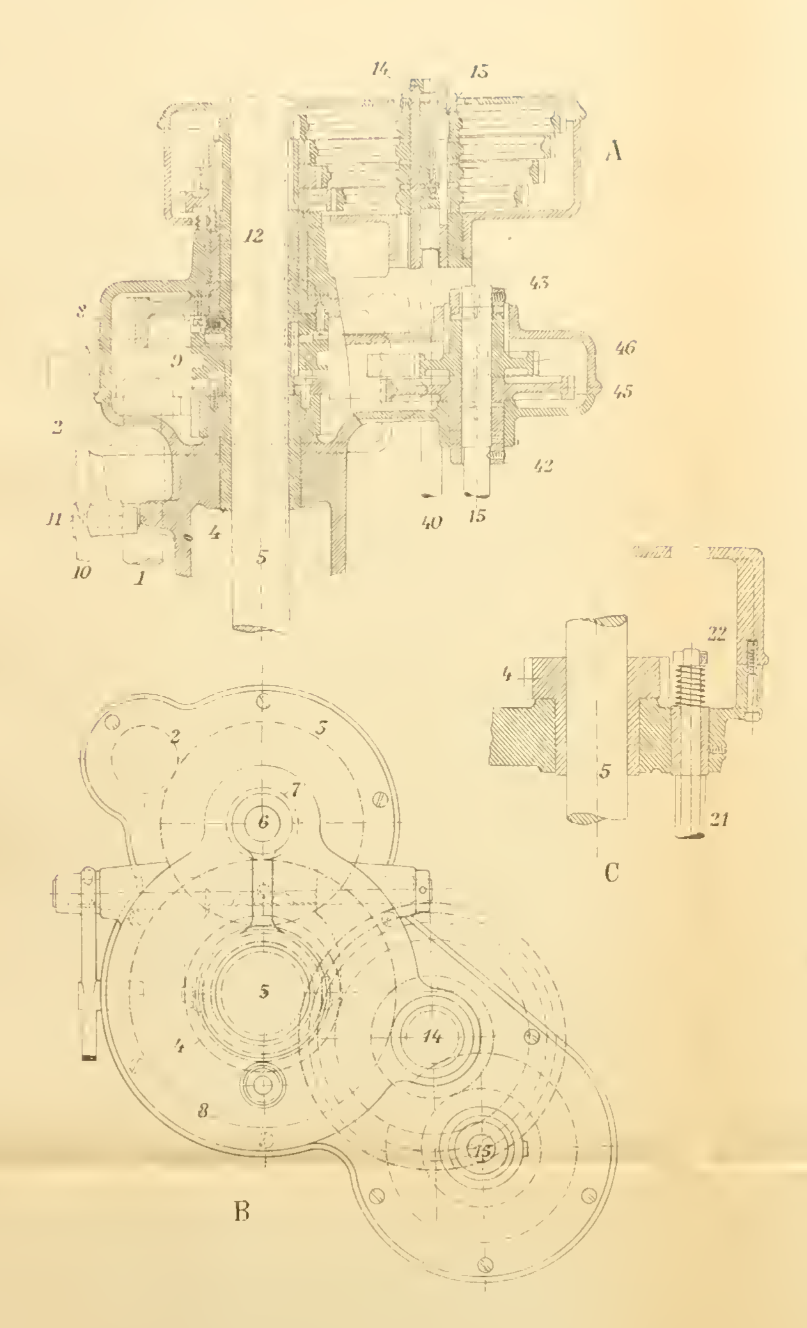
Amerikanische Universal-Fräsmaschine



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.





Radialbohrmaschine

Antrieb der Bohrspindel von

W uber r - t - 1 - 2 - 3 < 4 auf 5 / 7 - 8 auf 5

s - t' - 1 - 2 *wie oben*

Vorschub der Bohrspindel von 12 uber 14 - 15 - 16 - 17 - 18 - 19 auf 5

Selbsttatige Losung des Vorschubes von 5 23 24 - 21 - 20 die Kupplung bei 16

" Umsteuerung beim Gewindeschneiden von 5 - 23 - 25 - 26 - 27 - Z

Ausruckung von r aus t und

durch 28 Einruckung von s in t'.

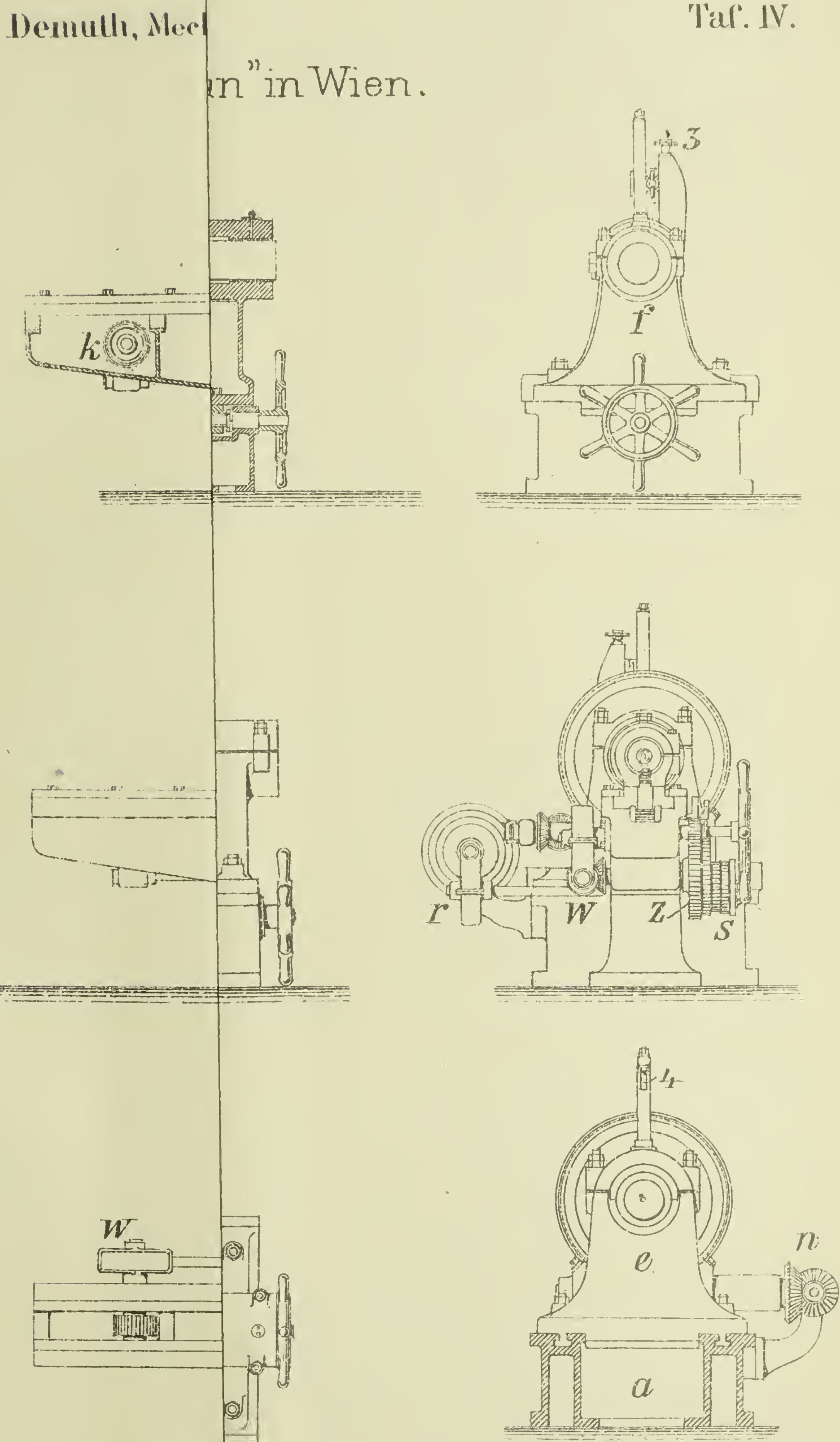
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.

Demuth, Mecl

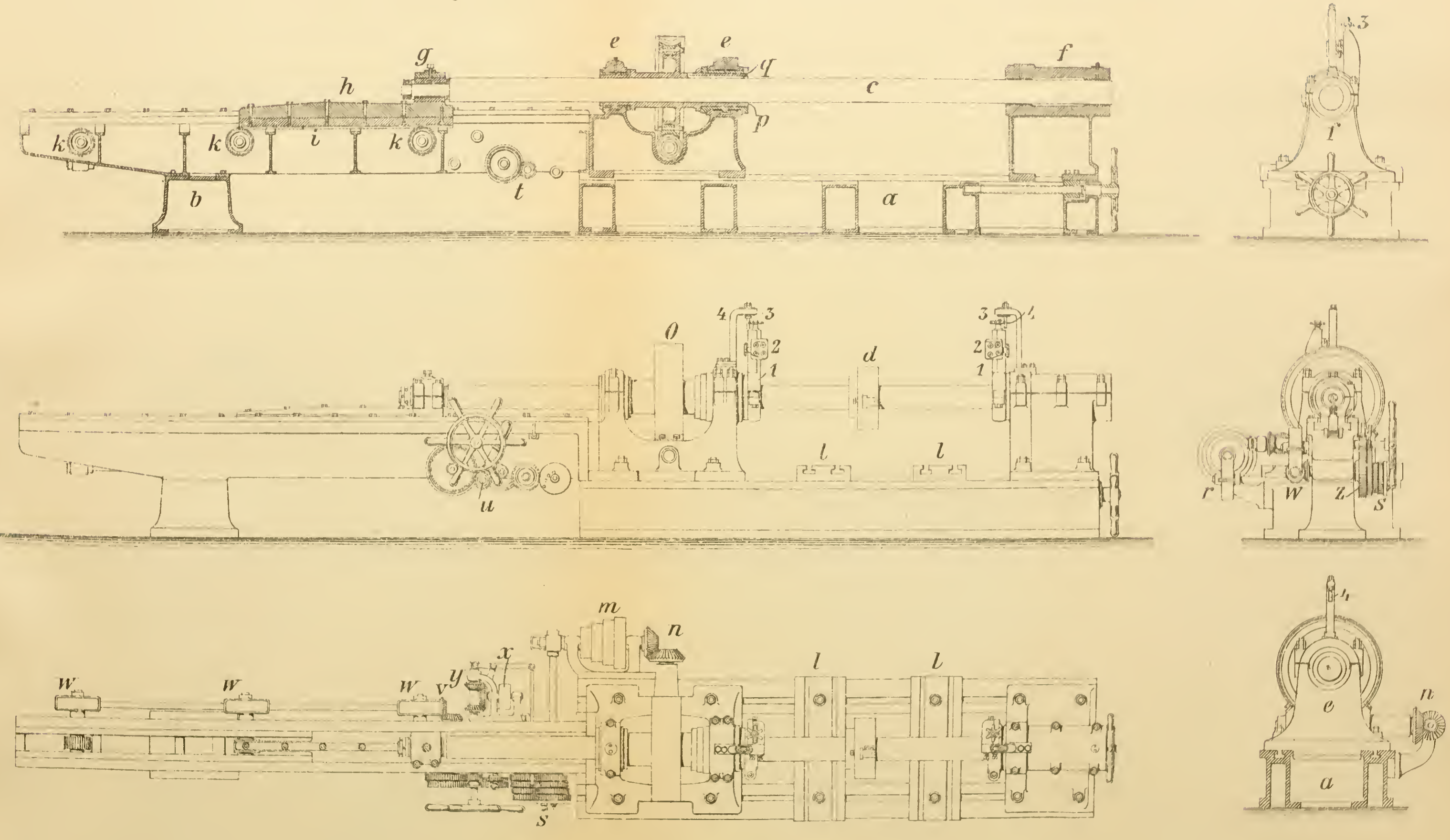
Taf. IV.

n" in Wien.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

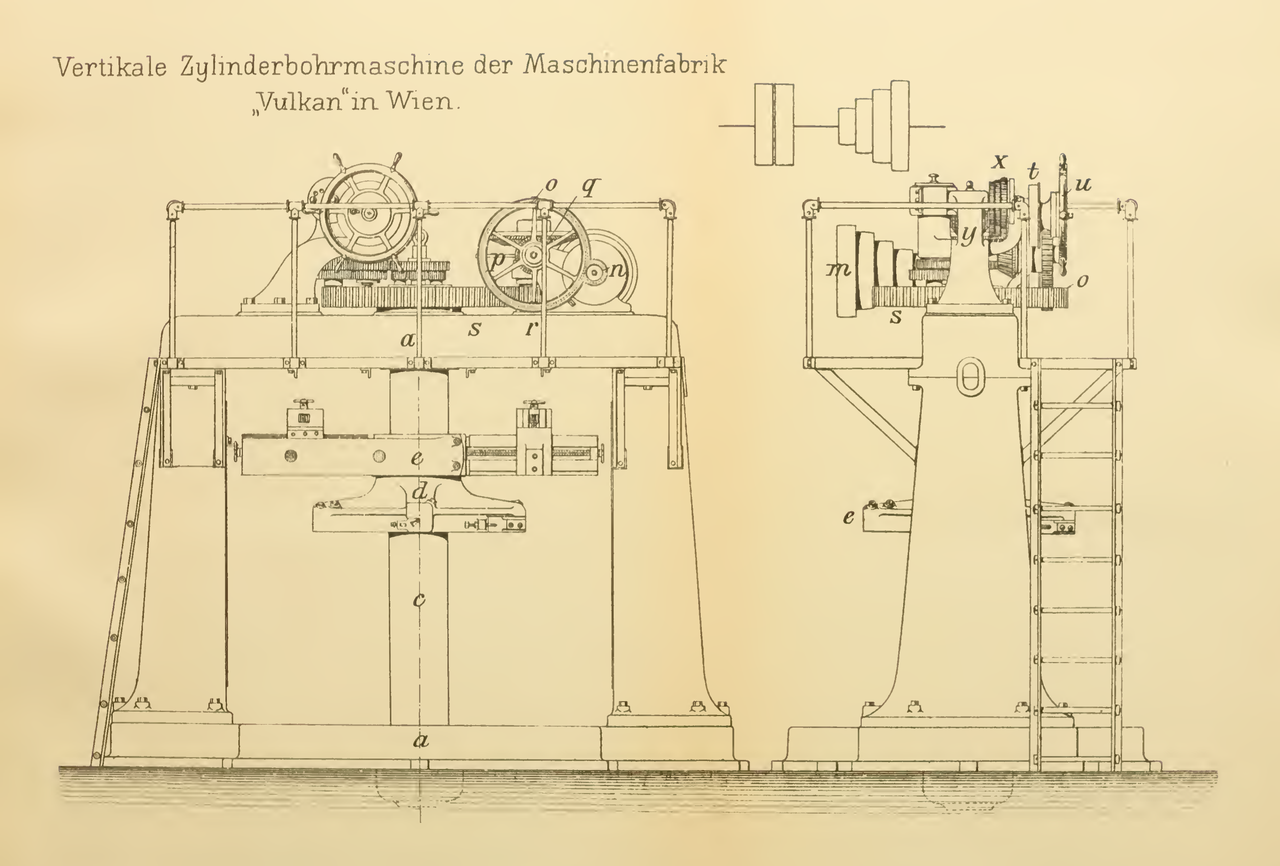
Horizontale Zylinderbohrmaschine der Maschinenfabrik „Vulkan" in Wien.



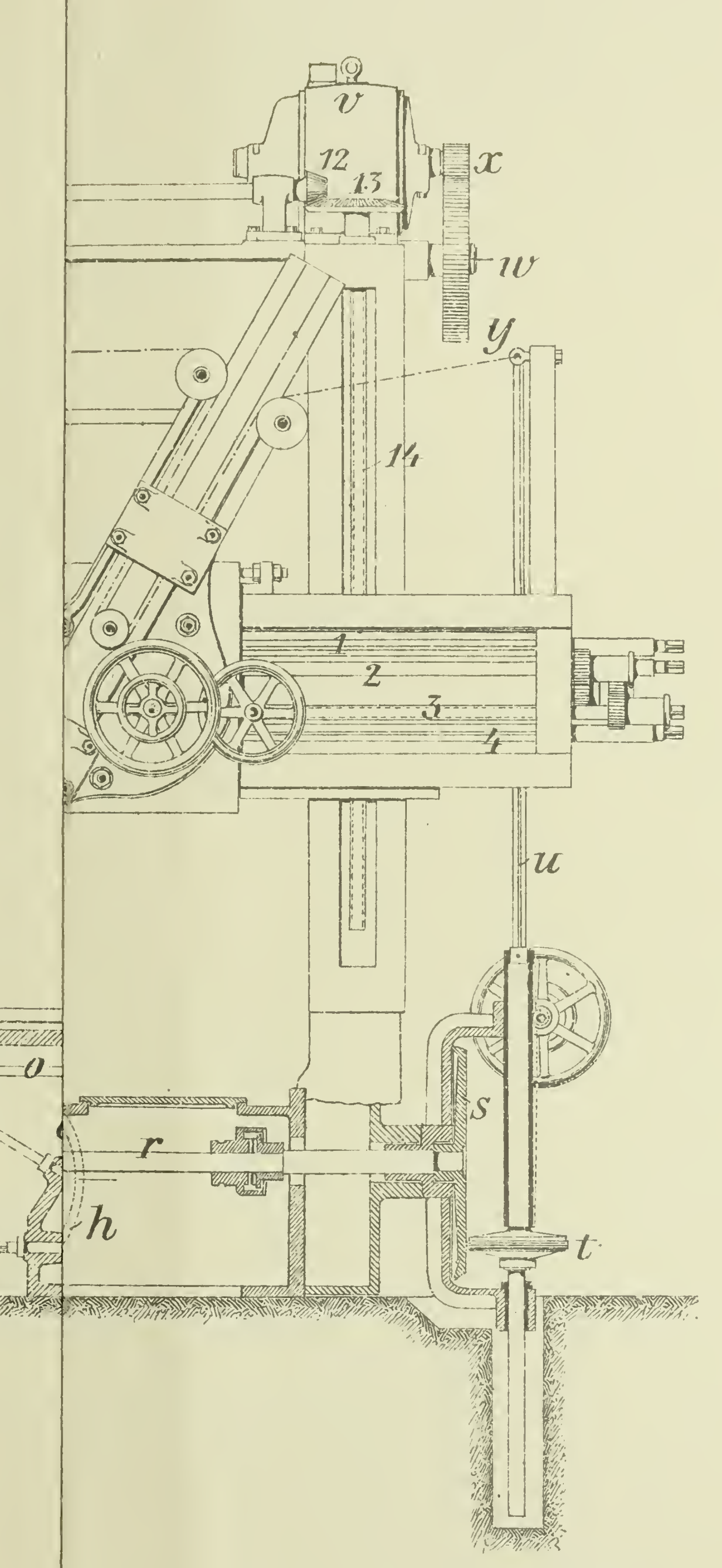
Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Vertikale Zylinderbohrmaschine der Maschinenfabrik „Vulkan" in Wien.

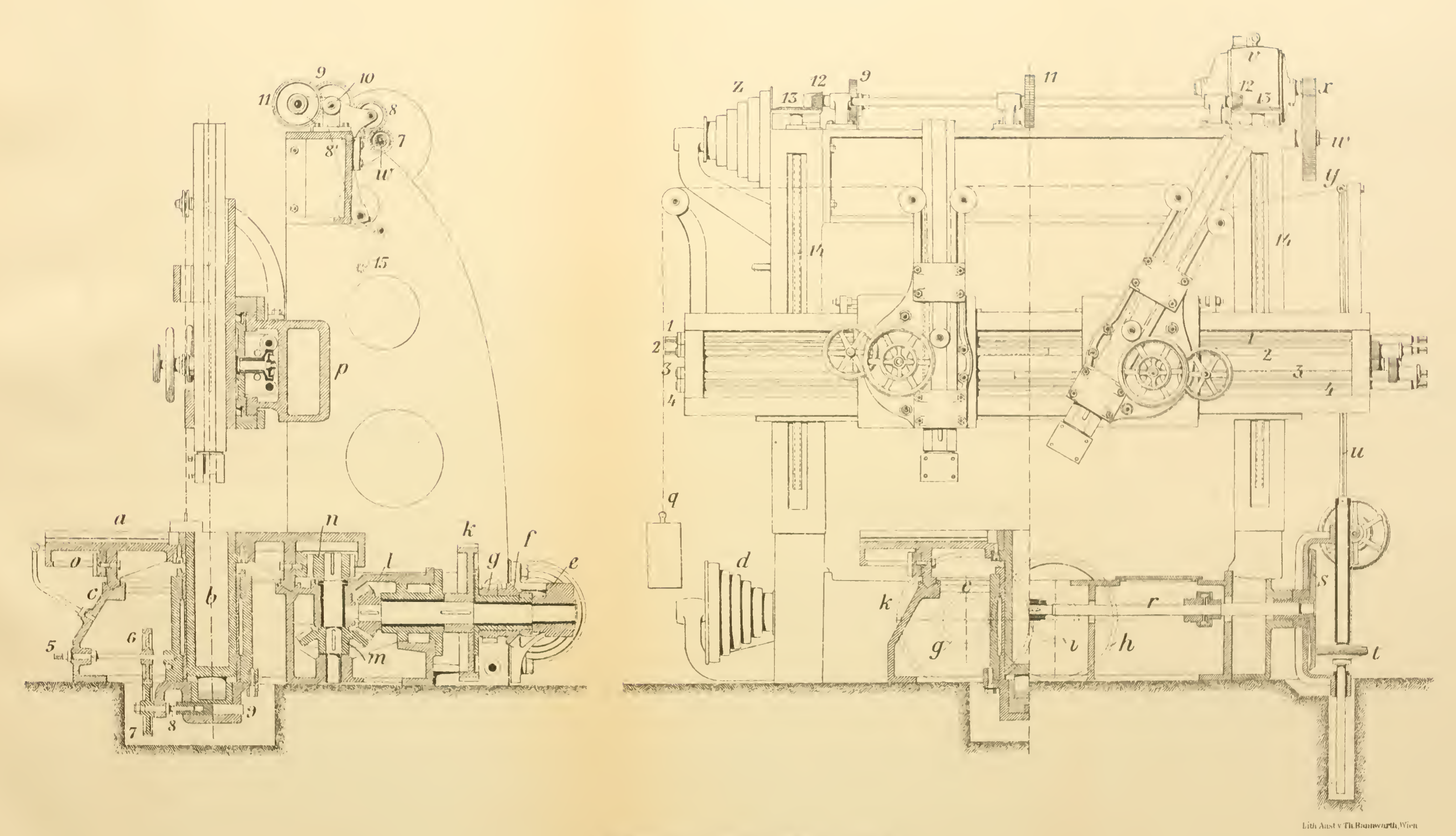


Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



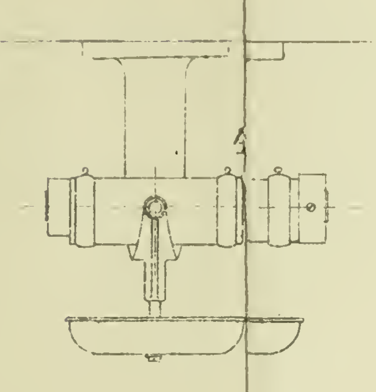
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Horizontale Plandrehbank

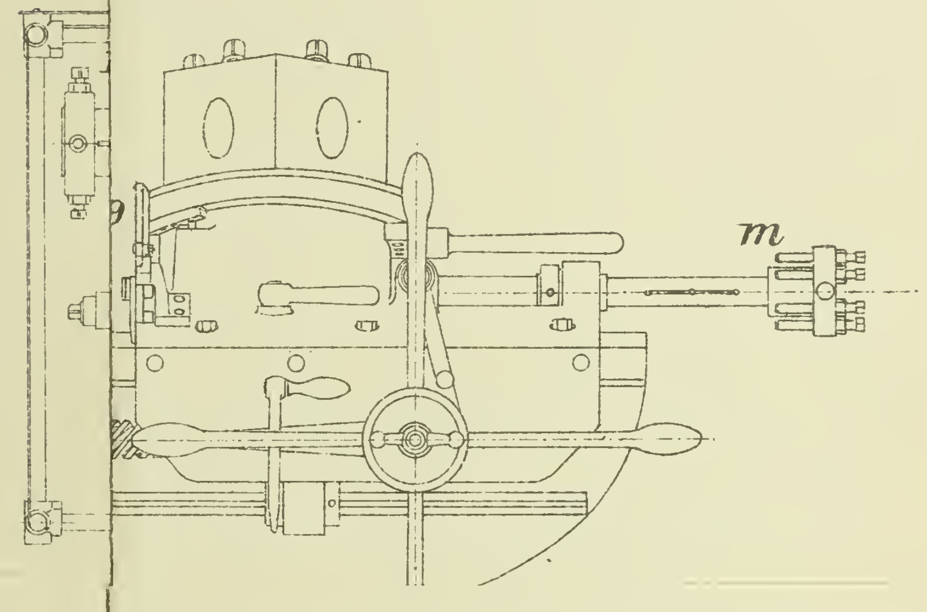


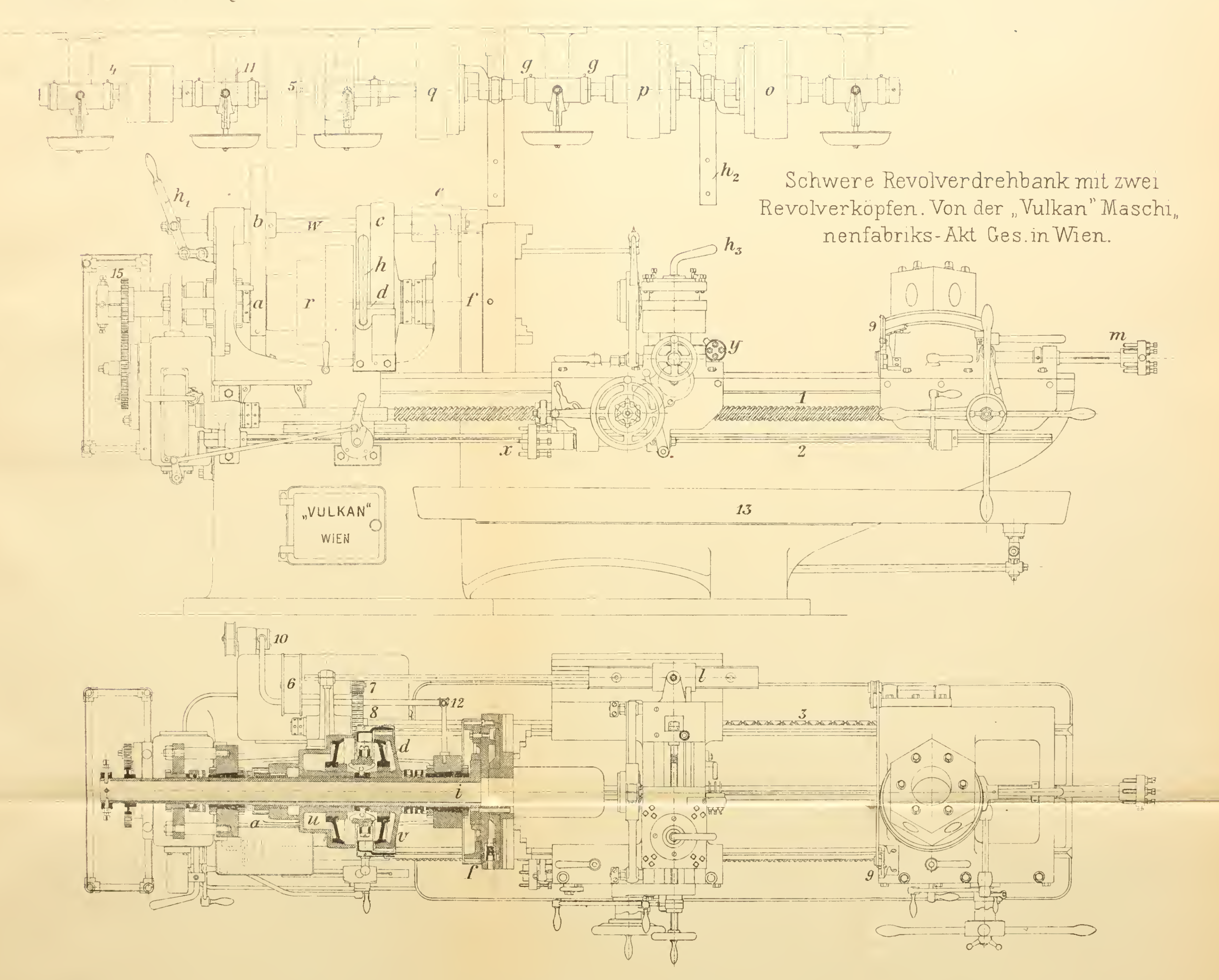
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.



e Revolverdrehbank mit zwei
pfen. Von der „Vulkan" Maschi„
abriks-Akt. Ges. in Wien.

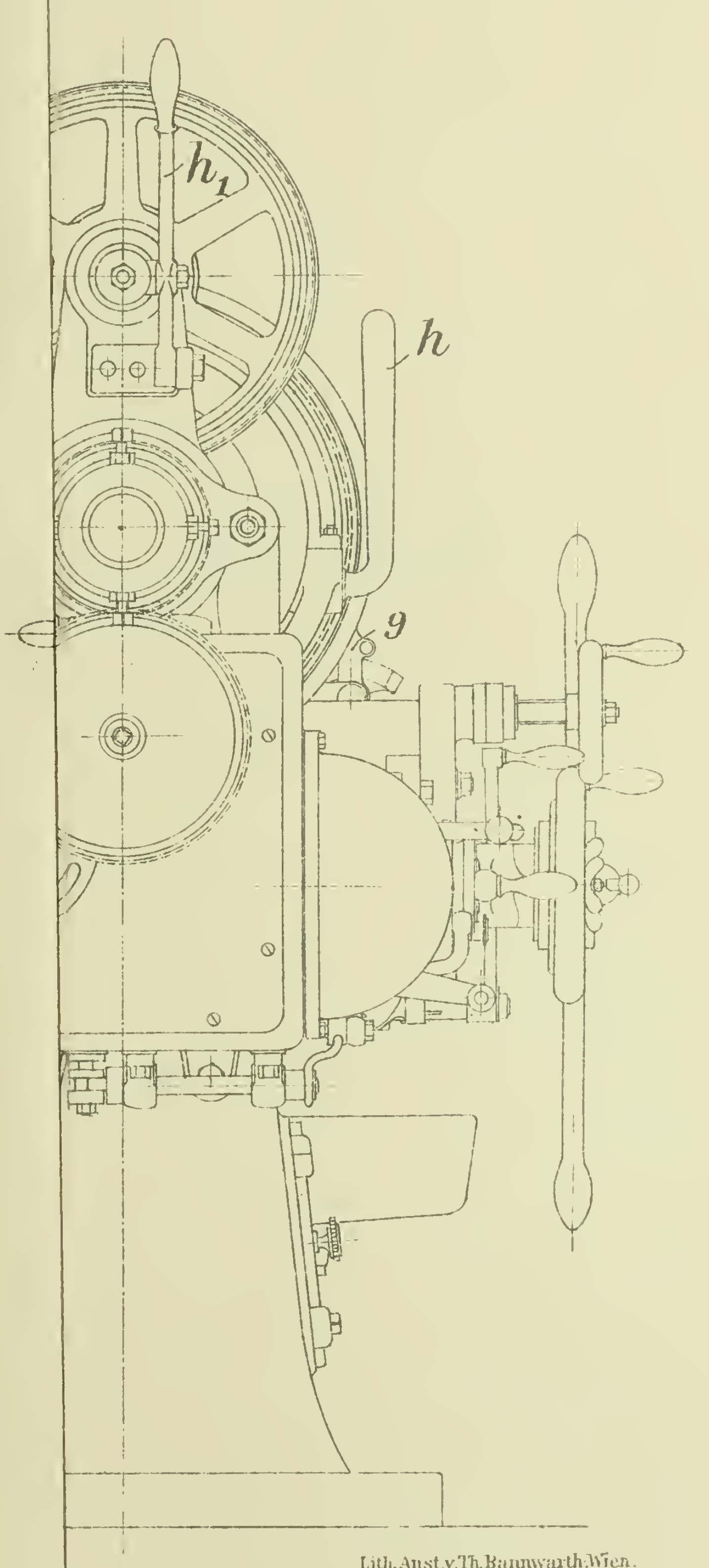




Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

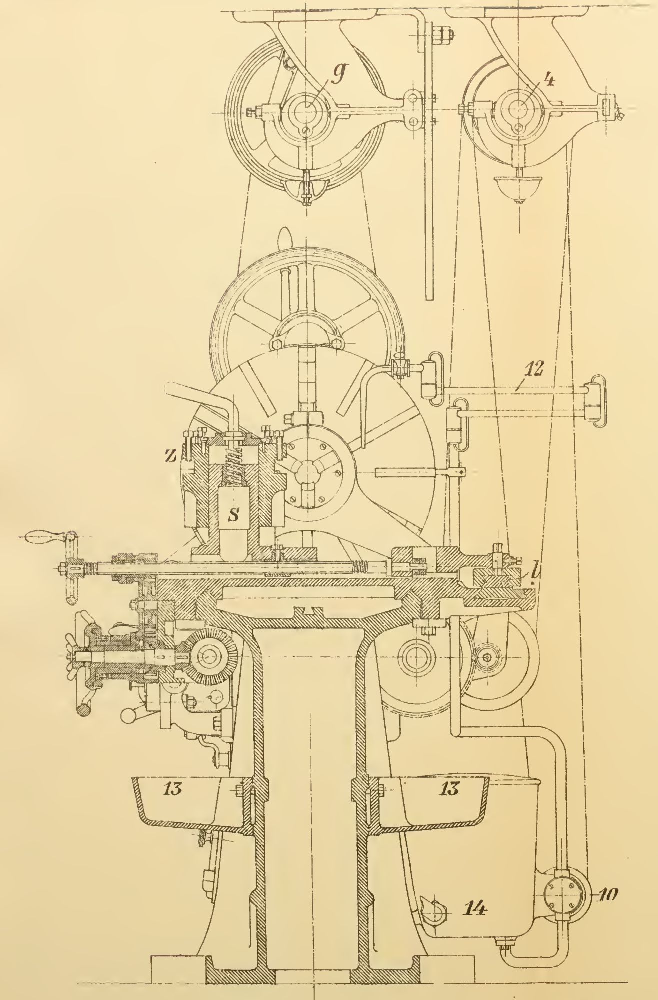
Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.

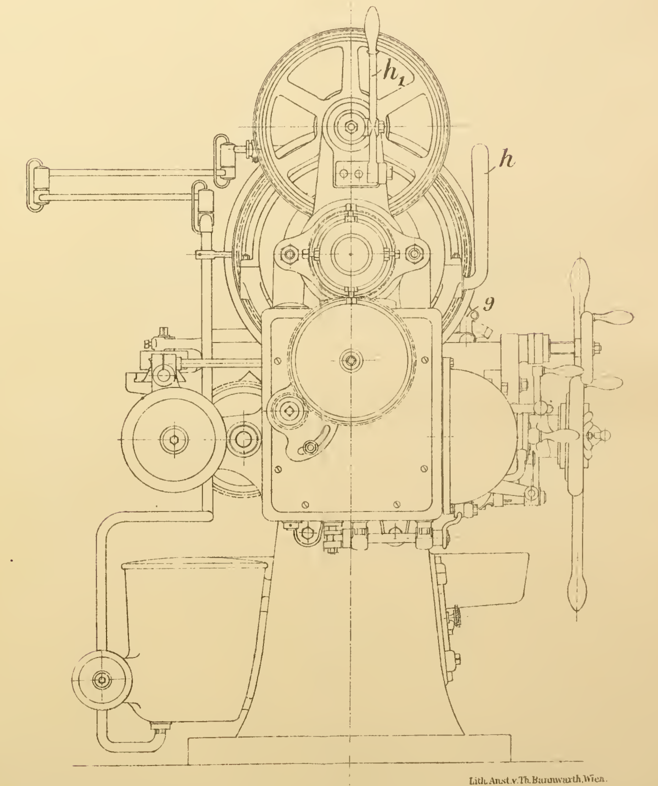
lverköpfen
tenfabriks-
VI.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

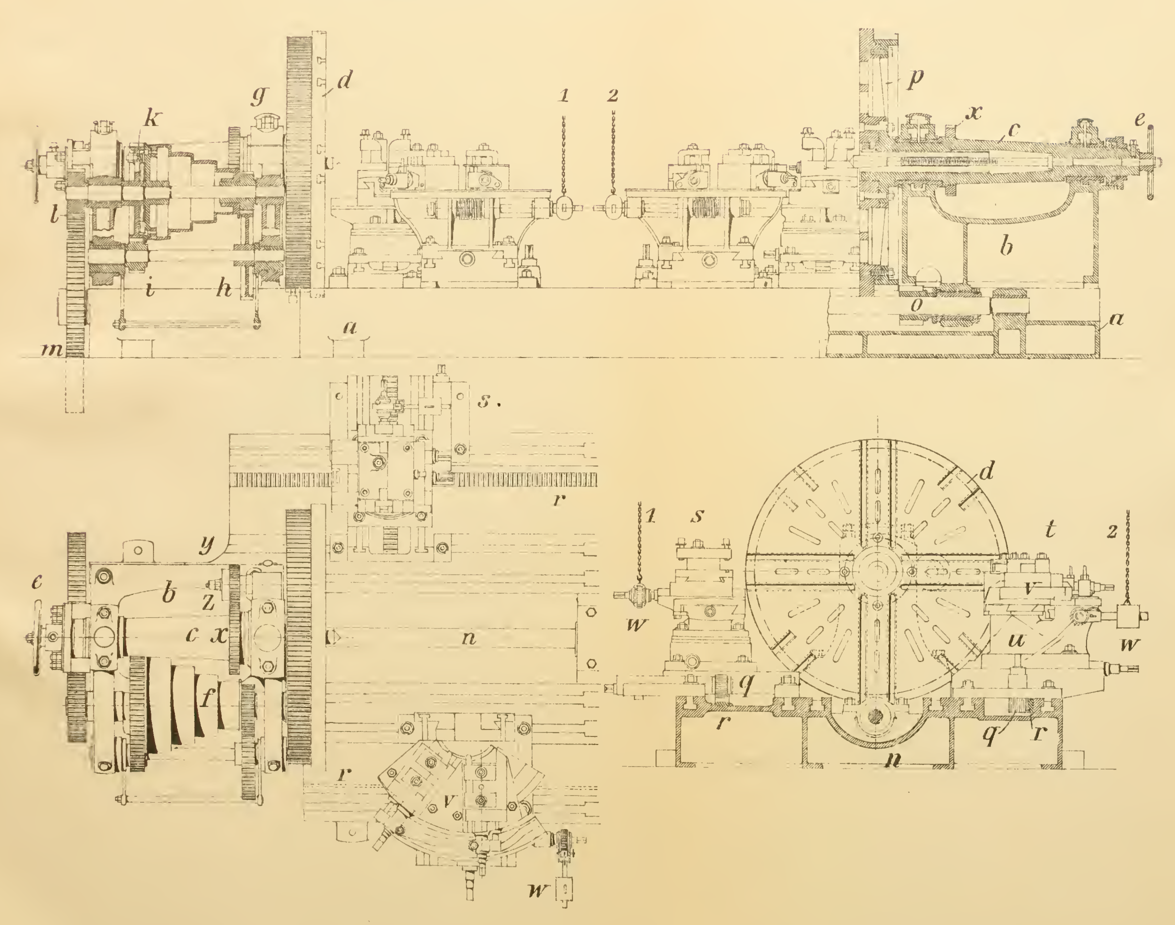
Revolverbank mit 2 Revolverköpfen
Von der „Vulkan"-Maschinenfabriks-
Akt. Ges. Wien, XVI.





Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Räderdrehbank der Masch. Fab. A. G. „Vulkan" in Wien.



Verlag von Franz Deuticke in Wien und Leipzig.
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 066990935